THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY
625.05
OF
V.82

REMOTE STORAGE

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

https://archive.org/details/organfurdieforts8219unse

ORGAN

FÜR DIE FORTSCHRITTE

DES EISENBAHNWESENS

Begründet von

Edmund Heusinger von Waldegg

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben im Auftrag des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

vom Schriftleiter

Dr. Ing. H. Uebelacker
Reichsbahnoberrat

unter Mitwirkung von

Dr. Ing. A. E. Bloss
Reichsbahnoberrat
als stellvertretendem Schriftleiter und für den bautechnischen Teil

ZWEIUNDACHTZIGSTER JAHRGANG

NEUE FOLGE. VIERUNDSECHZIGSTER BAND

1927

MIT 49 TAFELN UND 585 TEXTABBILDUNGEN

MÜNCHEN
C. W. KREIDEL'S VERLAG
1927

Die Uebersetzung oder der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Aufsätze oder des Berichtes, sei es mit oder ohne Quellenangabe, ist gesetzlich unerlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.

625.05
OF
v.82

REMOTE STORAGE

I. Sachverzeichnis.

Es bedeutet: A = Aufsatz, B = Bericht, Z = Zuschrift. * = Abbildungen im Text.

Jahrg. 1927 Seite

Aufgleisung.
— Preßlufthydraulisches Aufgleisgerät. Von Gaedicke. A. Hierzu Taf. 39 . . . . . 405*

Aus amtlichen Nachrichten und Erlassen der Vereinsverwaltungen.
— Normblätter für Anstrichmittel der Österreichischen Bundesbahnen 131
— Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke . . . 209
— Verstärkung der Federn bei Lokomotiven der DRG. 226
— Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 2. Geschäftsjahr 1926 282
— Erhöhung der Fahrzeiten der Personenzüge bei der DRG. 374

Ausstellungen.
— Die deutsche Werkstofftagung und ihre Bedeutung für das Eisenbahnwesen. B. 212
Hierzu Berichtigung 330
— Internationale Automobil-Ausstellung in Köln. B. . 304
— Werkstofftagung Berlin 1927. Von Füchsel. A. . 516

Bahnanlagen und Bahnhöfe (siehe auch Verschiebetechnik).
— Einteilung der Personenbahnhöfe. Von Günther. A. Hierzu Taf. 17 130
— Spitzkehre zum Wenden von Lokomotiven. B. . . 134*
— Ein schwieriger Umbau: Bahnhof Cannon Street der englischen Südbahn. Von Wernekke. A. 149*
— Der Bahnhof Markham der Illinois Central Eisenbahn. Von Wernekke. A. 244*
— Erweiterung der Untergrundbahn in London. B. . 305*
— Bemerkenswerte Einrichtungen des neuen Lokomotivschuppens in Schaerbeck. Von Ebert. A. 390

Bahnoberbau, Allgemeines (siehe auch Bahnunterhaltung, Dynamik).
— Bauliche Verbesserungen auf den Linien der Paris-Lyon-Mittelmeer Eisenbahngesellschaft. B. 16*
— Zur Geschichte der Steilweichen. Von Bäseler. A. Hierzu Taf. 4. . . . . 26*
— Schnellzugverkehr und Oberbau bei der französischen Nordbahn. B. 70
— Wärmeableitung aus den Schienen nach der Bettung und Weglassung der Stoßlücken im Eisenbahngleise. Von Scheibe. A. 83*
— Auffrischen eiserner Oberbaustoffe. Von Kloevekorn. A. 127
— Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Von Saller und Geiger. Z. 151*
Hierzu Zuschrift von Driessen 529*
— Der Oberbau der großen Geschwindigkeiten und großen Achsdrücke: Das Gleis auf Federn und festen Stützen. Von Wirth. A. 177* 193* 250
— Der Gleisbauwagen Bauart Hoch. Von Schultheiß. A. 186*
— Vorrichtung zum Aufzeichnen d. Streckenzustandes. B. 191
— Stemmlasche gegen das Wandern der Schienen. Von Lubimoff. A. Hierzu Abb. 1 und 2, Taf. 24 . . 207
— Gleisbau auf gefrorenen Flüssen und Seen. Von Lubimoff. A. Hierzu Abb. 3 bis 7, Taf. 24 . . 207
— Die Weichenentwicklung an Ablaufbergen. Von Bäseler. A. Hierzu Taf. 32 . . . . . 289*
— Zulassung von Kreuzungen bei Gleisentwicklungen. Von Cauer. A. 301
Hierzu Zuschrift von Bäseler 304
— Über eine neue Laschenform (Sparrenlasche). B. . 307*
— Zur Frage des Reichsoberbaues auf Holzschwellen. Von Schmitt. A. 309*

Jahrg. 1927 Seite

— Neue Wege zur Verstärkung des Oberbaues und des Bettungskörpers. Von Faatz. A. 315*
— Verlegen des Reichsoberbaues mit Füllkästen nach dem Hannoverschen Verfahren. Von Blohme. A. 399*
— Die Weichenentwicklung der Einfahrgleise an den Ablaufbergen der Verschiebebahnhöfe. Von Baumann. A. 406*
— Der Oberbau der Österreichischen Bundesbahnen. Von Hiller. A. Hierzu Taf. 41 . . . . . 421*
— Oberbaulager und Werkstätte Wörth. Von Hromatka. A. 425*
— Die Erhaltung der Drehpunkte der Zungenvorrichtungen. Von Beyer. A. 430*
— Die Oberbauerneuerung im Arlbergtunnel im Jahre 1925. Von Stiasny. A. 431*

Bahnoberbau, Gleisbettung.
— Ein Gleisbett aus Beton. Von Wernekke. A. . . 206
— Versuche mit Hochofenstückschlacke als Gleisbettungsstoff. Von Burchartz und Saenger. A. Hierzu Taf. 33 . . . . . 292*

Bahnoberbau, Schienen.
— Ursachen von Schienenbrüchen und ihre Verhütung. B. 17*
— Über Laschenbrüche. B. 71
— Über die schienenfreien Gleisentwicklungen. Von Bäseler. A. Hierzu Taf. 11 und 12 73
— Versuche über die Beweglichkeit der Schienenenden in Stoßverbindungen. Von Ammann. A. Hierzu Taf. 13 . . . . . 78*
— Oberflächenhärtung der Schienen durch Betriebseinflüsse. B. 210
— Zur Frage der Schienenlänge. Von Steinhagen. A. 279
— Der Fußklammerstoß System Melaun und sein Einfluß auf die Beweglichkeit der Schienenenden. Von Leussler. A. 281
— Riffelbildungen an Eisenbahnschienen. Von Saller. A. 394*

Bahnoberbau, Schienenschweißung.
— Experimentelle Grundlagen der Thermit-Schienenschweißung auf freier Strecke. Von Wöhrl. A. Hierzu Taf. 1 bis 3 . . . . . 1* 21*
— Versuchsstrecke mit geschweißten Schienen auf der russischen Oktoberbahn. B. 16
— Schweißen von Schienenstößen in Amerika. B. . . 210
— Das zweite Betriebsjahr der Schienenschweißungen im Bezirk der Reichsbahndirektion Nürnberg. Von Schönberger. A. Hierzu Taf. 28 bis 31 . . . . 275*
— Schienenschweißung auf der freien Strecke und Knickfestigkeit der Eisenbahngleise. Von Wöhrl. A. 384*

Bahnoberbau, Schwellen.
— Lange oder kurze Schwellen. B. 133*
— Über exzentrische Belastung der Holzschwellen. Von Nemcsek. A. 145*
— Plötzliche Wanderungen der Schwellen. Von Pàl. A. 147*
— Eisenbahnschwellen aus Eisenbeton. B. 191*
— Jahresringbreite und Festigkeit des Kiefernholzes. Von Liese. A. 367*

Bahnoberbau, Schwellentränkung.
— Zur Frage der Tränkung d. Kernes in Kernholzarten. B. 69
— Schwellentränkung mit Seesalz. Von Lubimoff. A. 189
— Erfahrung mit Teeröl- u. Basilit-Schwellentränkung. B. 191*
— Der heutige Stand der Holztränkung. Von Dehnst. A. 369*
— Tränkung von Eisenbahnschwellen in Amerika. Von Moll. A. 373
— Schwellentränkung der italienischen Staatsbahnen. B. 374

Bahnunterhaltung.
— Gleisverwerfungen auf russischen Bahnen. B. . . . 18

656225

Jahrg. 1927 Seite

— Schutzarbeiten gegen Wasser und Frost am Bahnkörper der schwedischen Bahn Forsmo—Hoting. B. Hierzu Taf. 5 33
— Eine neue Vorrichtung zum Aufsuchen innerer Fehler in Schienen. B. 36*
— Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln. Von Bach. A. Hierzu Taf. 10 . . . . . 57*
— Unterhaltung von stark gekrümmten Gleisen. B. . 70
— Über Laschenbrüche. B. 71
— Die statistische Behandlung der Bahnunterhaltungskosten. Von Nemcsek. A. Hierzu Taf. 23 . . . 188
— Unkrautvertilgung auf Eisenbahnstrecken. Von Wöhrl. A. 224
— Verminderung der Schienen- und Spurkranzabnutzung durch eine selbsttätige Schmiervorrichtung an der Schiene. B. 306
— Gleisunterhaltung mit maschinellen Einrichtungen. B. 307
— Schmelzschweißung im Bahnerhaltungsdienste. Von Geiringer. A. 408*
— Aufgaben des Bau- und Bahnerhaltungsdienstes der Österreichischen Bundesbahnen. Von Trnka. A. . 415
— Organisation und Personalwirtschaft im Bau- und Bahnerhaltungsdienste der Österreichischen Bundesbahnen. Von Korwik. A. Hierzu Taf. 40 . . . 416*

Betriebswissenschaftliche Untersuchungen.
— Zeitaufnahmeverfahren in den Ausbesserungsstellen der Betriebs- und Betriebswagenwerke der Reichsbahndirektion Altona. Von Gellhorn. A. 100*
— Beseitigung des Prämiensystems in den Ausbesserungswerkstätten der kanadischen Eisenbahn. B. 410

Bogenlauf von Fahrzeugen.
— Über die Lage des Reibungsmittelpunktes bei arbeitenden Lokomotiven. Von Uebelacker. A. . 265*
Hierzu Zuschrift von Jahn 266
und Berichtigung 308
— Die Spurkranzreibung. Von Bäseler. A. 333*
— Untersuchungen über den Kurvenwiderstand von Eisenbahnfahrzeugen. Von Louis. A. Hierzu Taf. 36 u. 37 350*
— Der Lauf von Eisenbahnfahrzeugen durch Gleiskrümmungen. Besprechung von Heumann . . . 526

Bremsen an Fahrzeugen.
— Bremsdruckregler für Güterwagen. B. 269*

Brücken.
— Verstärkung der Brücke über den Columbiafluß in Nordamerika. B. 35*
— Die Donaubrücke bei Mariaort. Von Weidmann. A. Hierzu Taf. 18 bis 21 . . . . . 157*
— Erneuerung der Eisenbahnbrücke über den Ohio bei Steubenville. B. 209*
— Über die Nachprüfung von Brückentragwerken. Von Roth. A. 449*
— Die Auswechslung des eisernen Überbaues der Schönauer Eisenbahnbrücke in Steyr. Von Roth. A. 452*
— Der Wiederaufbau der Salcanobrücke über den Isonzo. B. 522*

Diesellokomotiven.
— Die mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren. Von Günther. A. Hierzu Taf. 6 bis 9 39* 284*
Hierzu Zuschrift von Lomonossoff 283
— 1 C_0-D_0-C_0 1 Dieselelektrische Lokomotive in Rußland. B. 53
— Dieselmotor-Triebwagen und -Lokomotiven in Amerika. B. 53
— Die Dieselelektrische Lokomotive auf den Bahnen der U. d. S. S. R. B. 286*
— Viertakt-Dieselmotoren mit Aufladung durch Auspuffturbinen. B. 286

Drehgestelle siehe Lokomotiven, Einzelteile; Wagen.

Dynamik.
— Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Von Saller und Geiger. Z. 151*
Hierzu Zuschrift von Driessen 529*

Eisenbahnbau.
— Bau eines Eisenbahndammes durch das Wattenmeer vom Festland nach der Insel Sylt. Von Kümmel und Pfeiffer. A. 381*

Jahrg. 1927 Seite

— Die Bedeutung der Wildbachverbauung für die Eisenbahnen. Von Härtel. A. 458
— Über Lehnensicherung. Von Lehar. A. 460*
— Eine Felssprengung im Gesäuse. Von Pokorny. A. 463*

Eisenbahnbetrieb (siehe auch elektrische Eisenbahnen, Wirtschaftlichkeit der Eisenbahnen, Zugförderung).
— Der Betriebsdienst der Österreichischen Bundesbahnen. Von Sedlak. A. 420
— Eine drei- und viergleisige Strecke mit in beiden Richtungen befahrenen Gleisen. Von Wernekke. A. 517
— Betrieb eines amerikanischen Zugbildungsbahnhofs. B. 525

Eisenbahnen verschiedener Länder.
— Von den Japanischen Eisenbahnen. B. 190
— Die Tanganjika Bahn. Von Baltzer. A. 222*
— Gegenwärtiger Stand der Elektrisierung in Holland. Von Ebert. A. 266
— Eine neue bolivianische Eisenbahnverbindung. B. . 411

Eisenbahngeschichte.
— 75 Jahre Lübeck-Büchener Eisenbahn. B. 38
— Aus der Geschichte des amerikanischen Lokomotivbaues. Von Wernekke. A. 170*
Hierzu Zuschrift von Rihosek 330

Eisenbahnoberbau siehe Bahnoberbau.

Eisenbahnunfälle.
— Durch Lokomotivschäden verursachte Eisenbahnunfälle in Amerika von 1923 bis 1926. B. 286

Eisenbahnunterbau siehe Eisenbahnbau.

Eisenbahnwagen siehe Wagen.

Elektrische Eisenbahnen.
— Gegenwärtiger Stand der Elektrisierung in Holland. Von Ebert. A. 266
— Die Spitzendeckung in Bahnkraftwerken. B. . . . 379
— Die Elektrisierung der Österreichischen Eisenbahnen. Von Dittes. A. 472*
— Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Kraftwerke und Unterwerke. Von Hruschka und Schnürer. A. Hierzu Taf. 47 und 48 . . . . . 475*
— Betriebsergebnisse und Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen. Von Eichberg. A. 503*
— Der elektrische Betrieb der Natalstrecke der Südafrikanischen Regierungsbahnen. Von Marschall. A. 518*
— Vorläufiger Abschluß der Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. B. 526

Elektrische Eisenbahnen, Streckenausrüstung.
— Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Leitungsanlagen. Von Luithlen. A. 488*

Elektrische Lokomotiven.
— Bau von elektrischen Lokomotiven in Japan. B. 287
— Versuchsfahrten einer neuen elektr. Lokomotive. B. 287
— Elektrische Verschiebelokomotiven d. Schweizerischen und Österreichischen Bundesbahnen. B. 288
— Die neuen Lötschberglokomotiven Type 1AAA-AAA1. B. 288
— Die neuen elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn. B. 288
— Neuerungen im mechanischen Aufbau elektrischer Schnellzuglokomotiven. B. 413*
— Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Elektrische Triebfahrzeuge und Zugförderungsanlagen. Von Lorenz. A. 495*

Fahrzeuge; allgemeine Fahrzeugteile (siehe auch Lokomotiven, Wagen).
— Neuartiges Untergestell für Straßenbahnwagen. B. 19*
— Neue Motordräsine der Norwegischen Staatsbahn. B. 69*
— Selbsttätige Kupplung in Japan. B. 269
— Majex-Kupplung mit Übergangs-Schraubenkupplung. B. 328*
— Der amerikanische Fahrzeugbau im Jahre 1926. B. 377

Geschäftsberichte.
— Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 2. Geschäftsjahr 1926. 282

Gleisbettung siehe Bahnoberbau.

Gleisbremsen.
— Gleisbremsen in französischen Verschiebebahnhöfen. B. 137*

Güterwagen siehe Wagen.

Güterzuglokomotiven siehe Lokomotiven, Bauart.

Jahrg. 1927 Seite

Hilfsgerätewagen.
— Elektrische Beleuchtungsanlage für Hilfsgerätewagen. Von Schultheiß. A. 324*
— Neues Schneidwerkzeug für Hilfszüge. B. 410*

Internationaler Eisenbahnverband.
— Ergebnisse der Sitzung des V. Ausschusses der U. I. C., Technische Fragen, in Paris am 20. und 21. Dezember 1926. A. 247

Kraftwagenverkehr.
— Kraftwagenverkehr. B. 132*
— Omnibusverkehr der Norfolk Southern Bahn. B. . 133

Kupplungen siehe Fahrzeuge; allgemeine Fahrzeugteile.

Lokomotivbehandlungsanlagen.
— Die neue Lokomotivbekohlungsanlage des Bahnhofs Dillenburg. Von Borghaus. A. Hierzu Taf. 14 . 89*
— Über eine neue Anlage zur Absaugung von Rauchkammerlösche aus Lokomotiven. Von Vollmayr. A. 119*
— Bemerkenswerte Bekohlungsanlage. B. 120*
— Die neue Bekohlungs- und Besandungsanlage in Doncaster. B. 269*

Lokomotiven; Allgemeines. Theoretische Untersuchungen. (siehe auch Diesellokomotiven, elektr. Lokomotiven).
— Erfahrungen mit in Heißdampflokomotiven umgebauten Naßdampflokomotiven. Von Widdecke. A. 44*
— Vergleichsfahrten von Heißdampf- und Naßdampflokomotiven bei Neben- und Kleinbahnen. B. . . 54*
— Versuche mit dem Anfeuern von Lokomotiven. Von Bethke. A. 105*
— Verfahren zur Berechnung von Heißdampflokomotiven mit einfacher Dampfdehnung. Von Koref. A. . 139*
— Neuere Ergebnisse aus den Versuchen des Eisenbahnzentralamtes mit Dampflokomotiven. B. 154
— Neue Fragen für den amerikanischen Lokomotivbau. B. 155
— Reibungswerte zwischen Rad und Bremsklotz. B. . 227
— Versuchsfahrten mit der verstärkten Gt 96^0 ($2\times{}^4/_4$)-Lokomotive des ehemals bayerischen Netzes der Reichsbahn. Von Nordmann. A. 231*
— Der amerikanische Lokomotivbau zur Frage der Hochdrucklokomotive. B. 248
— Zur Theorie des Lokomotivkessels im Lehrbuch von Garbe: Die zeitgemäße Heißdampflokomotive. Von Heumann. A. 251* 271*
— Über die Lage des Reibungsmittelpunktes bei arbeitenden Lokomotiven. Von Uebelacker. A. 265*
Hierzu Zuschrift von Jahn 266
und Berichtigung 308
— Ergebnisse von Indizierversuchen an Lokomotiven bei Leerlauf. B. 268*
Hierzu Zuschrift von Nordmann 327
— Versuchsergebnisse mit der 2 E 1-h 3 v-Lokomotive von Baldwin. B. 329
— Die Personenzuglokomotiven bei der Baltimore und Ohio Bahn von 1893 bis 1927. B. 378
— Versuche der dänischen Staatsbahnen mit Wärmeisolationsmitteln. B. 414
— Lokomotiv-Neubau und Lokomotiv-Umbau bei den Österreichischen Bundesbahnen in den Jahren 1926 und 1927. Von Lehner. A. Hierzu Taf. 42 u. 43 435*
— Versuche der Deutschen Reichsbahn mit Kohlen sparenden Lokomotiven. B. 523
— Neu erschienene Lonormen. B. 523

Lokomotiven, Bauart.
— 1 C 1 + 1 C 1-h 4 Garrat-Lokomotiven der Rhodesischen Eisenbahn. B. 18*
— 1 D-h 2 Güterzuglokomotive und 2 D-h 2 Schnellzuglokomotive der Polnischen Staatsbahnen. B. . . . 54
— 2 F 1-h 3 Lokomotive der Union Pacific Bahn. B. 86*
— 2 D 1-h 2 Schnellzuglokomotive der Madrid-Zaragossa-Alicante Bahn. B. 87*
— 2 D 1-h 3 Lokomotive für schweren Personenzugdienst der Denver und Rio Grande Western Bahn. B. . 88
— Sammler-Lokomotive mit benzol-elektrischer Hilfsmaschine. B. 88
— Die neuen Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 134*

Jahrg. 1927 Seite

— 2 C 1-h 2 Schnellzuglokomotive für die Brasilianische Zentralbahn. Die 3000. Lokomotive der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. B. 135
— 1 C-h 2 Lokomotive der London Midland und Schottischen Bahn. B. 229*
— 2 C-h 4 Schnellzuglokomotive der Englischen Südbahn. B. 230*
— Die zweite 1 D-h 2 v Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn. B. 249
— D-h 2 Verschiebelokomotive der Terminal Railroad of St. Louis mit neuartigem Rahmen und Tender. B. 267*
— 2 D 1-h 2 Personenzuglokomotive der Pennsylvania Bahn. B. Hierzu Taf. 35 328
— 1 D 1-h 2 v Güterzuglokomotive der Argentinischen Zentralbahn. B. 378
— 2 C 2-h 2 Personenzuglokomotive der New York Zentralbahn. B. 396*
— Die Still-Lokomotive von E. Kitson-Clark. B. 411*

Lokomotiven, Einzelteile (siehe auch Werkstätten nebst Einrichtungen).
— Lokomotiv-Drehgestell aus Stahlguß. B. 19*
— In einem Stück gegossener Lokomotivrahmen. B. 20*
— Neuartige Schmierung von Laufachslagern in Amerika. B. 93*
— Verminderung der Anfressungen an Lokomotivkesseln bei amerikanischen Lokomotiven. B. 99
— Versuche mit einer Kesselspeisewasservorwärmpumpe, Bauart „Dabeg". Von Rihosek. A. Hierzu Taf. 16 121*
— Der Pitkin-Gelenkstehbolzen. B. 136*
— Verstärkung der Federn bei Lokomotiven d. Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft 226
— Neuartiges Treibachslager in Amerika. B. 287
— Kessel mit Innenfeuerung für Lokomotiven. B. . . 379
— Entlasteter Lokomotivkolben nach Martyn. B. . . 379*
— Fensterwischer für Lokomotiven. Von Littrow. A. 513*

Lokomotivversuchsfahrten siehe Lokomotiven, Allgemeines; elektrische Lokomotiven.

Material siehe Stoffwesen.

Motorwagen siehe Triebwagen.

Nachrufe siehe Persönliches.

Normung.
— Neu erschienene Lonormen. B. 523

Oberbau siehe Bahnoberbau.

Persönliches.
— Ministerialrat Ludwig von Samarjay. Ernennung zum Präsidenten der Königlich Ungarischen Staatseisenbahnen 304
— Richard von Helmholtz, Gedenkwort 331* 349

Personenwagen siehe Wagen.

Personenzuglokomotiven siehe Lokomotiven, Bauart.

Preisausschreiben.
— Entscheidung des Preisgerichts für den Spannungs- und Schwingungsmesser Wettbewerb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 20

Schienen siehe Bahnoberbau.

Schneeschutz.
— Schneeschutz bei Gebirgsbahnen. B. 375*

Schnellzuglokomotiven siehe Lokomotiven, Bauart.

Schwebebahnen.
— Die Seilschwebebahn auf die Zugspitze. Von Findeis. A. 31*
— Die Personenseilschwebebahnen und deren Entwicklung in Österreich. Von Simmert. A. . . . 509*

Schweißen, siehe auch Bahnoberbau, Werkstätten.
— Schmelzschweißung im Bahnerhaltungsdienste. Von Geiringer. A. 408*

Schwellen und Schwellentränkung siehe Bahnoberbau.

Signal- und Sicherungswesen.
— Aufstellung von Ankündigungszeichen vor Vorsignalen. B. 38
— Selbsttätige Signalanlagen. Von Roudolf. A. . . 48*
— Optische Signalübertragung. B. 55

Jahrg. 1927 Seite

— Streckenblockung für eingleisige Bahnen mit Blockstellen. Von Seyberth †. A. Hierzu Taf. 38 . . 392
— Lichtsignale auf französischen Bahnen. B. 398*
— Neuerungen auf dem Gebiete des Signalwesens bei den Österreichischen Bundesbahnen. Von Rumpf. A. Hierzu Taf. 46 . . . . . 467*
— Verwendung von Lautsprechern und drahtloser Telephonie im amerikanischen Eisenbahnbetrieb. B. 525*

Stoffe und Stoffwesen siehe auch Tagungen.
— Der neue Rotguß R 5 im Eisenbahnbetrieb. Von Kühnel und Marzahn. A. 11*
— Die neueren Baustähle. Von Füchsel. A. . . . 81
— Normblätter für Anstrichmittel der Österreichischen Bundesbahnen. A. 131
— Die gußeisernen Stopfbuchspackungen. Von Dannecker. A. 217
— Bildung eines Fachausschusses für Anstrichtechnik. B. 530

Tagungen.
— Die deutsche Werkstofftagung und ihre Bedeutung für das Eisenbahnwesen. B. 212
Hierzu Berichtigung 330
— Die 66. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure. B. 250
— Die dritte Tagung der Studiengesellschaft für Rangiertechnik. B. 270
— Werkstofftagung Berlin 1927. Von Füchsel. A. . 516
— Internationaler Kongreß für Materialprüfungen in Amsterdam vom 12. bis 17. September 1927. B. . 522

Triebwagen.
— Ein neuer dieselelektrischer Triebwagen. B. . . . 176
— Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse. Von Nolde. A. Hierzu Taf. 25 und 26 . . . . . 213*
— Der neue Speichertriebwagen der Reichsbahn. Von Trautvetter. A. 216
— 500 PS benzol-elektrischer Triebwagen der Lehigh-Valley Bahn. B. 228
— Amerikanischer Benzol-Triebwagen mit mechanischer Kraftübertragung. B. 229
— Neuerungen im Waggon- und Triebfahrzeugbau bei den Österreichischen Bundesbahnen. Von Engels. A. 442*

Tunnel.
— Der Moffat-Tunnel (Vereinigte Staaten von Nordamerika). B. 69
— Die Entlüftung des Tunnels von Mornay. B. . . . 71
— Der Bau des Hochstraßtunnels der Eisenbahnlinie Friedberg—Pinkafeld. Von Schmidt. A. Hierzu Taf. 44 und 45 . . . . . 454*

Unterhaltung der Gleisanlagen s. Bahnunterhaltung.

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.
— Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Saßnitz am 1. bis 3. Juni 1927 363

Verschiebetechnik.
— Berechnung und Anwendung von Laufzeitlinien. Von Pösentrup. A. 7*
— Studiengesellschaft für Rangiertechnik. B. 56, 156
— Zwei Neuerungen im Verschiebedienst amerikanischer Eisenbahnen. B. 136
— Halbselbsttätige, elektrisch gesteuerte Weichen einer Verschiebeanlage. Z. 192
— Über die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnhöfen. Von Frohne. A. Hierzu Taf. 27 . . . . . 238*, 257*
— Ersparnisse im Verschiebedienst. B. 525

Versuche siehe Bahnoberbau, elektr. Lokomotiven, Lokomotiven, Allgemeines.

Wagen und Einzelteile von Wagen.
— Der neue Heizkesselwagen der elektrisch betriebenen Strecken der italienischen Staatsbahn. Von Lotter. A. 15*
— Pullmann-Wagen der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft. B. 36*
— Eiserne Schlafwagen der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft. B. 37
— Neue Pullmanwagen mit Turnraum und Vergnügungssaal. B. 37*
— Kesselwagen für Steinkohlenteer. B. 55*

Jahrg. 1927 Seite

— Die wirtschaftlichen Vorteile der mechanischen Lagerschmierung für den Eisenbahnbetrieb. Von Friedrich. A. 125*
— Kohlenversand in Großraumgüterwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 138*
— Neue Wagen der Nord-Südbahn Berlin. B. 155*
— Personenwagen der französischen Südbahn aus Stahl. B. Hierzu Taf. 22 175
— Der Gleisbauwagen Bauart Hoch. Von Schultheiß.A. 186*
— Rollenlager an amerikanischen Eisenbahnen. B. . 229*
— Neue Reichsbahnbestellungen. B. 288
— Rissebildungen an Wagenachsen. B. 395
— Der Wagenpark der Internationalen Schlafwagengesellschaft. B. 397
— Neuerungen im Waggon- und Triebfahrzeugbau bei den Österreichischen Bundesbahnen. Von Engels. A. 442*
— Die Entwicklung des regelspurigen Wagenparkes der Österreichischen Bundesbahnen seit dem Kriegsende. Von Kühnelt. A. 444

Werkstätten nebst Einrichtungen (siehe auch betriebswissenschaftliche Untersuchungen).
— Spurkranzschweißung. Von Krohne. A. 52*
— Das neue Eisenbahnbetriebswerk auf Güterbahnhof Erfurt. Von Riemann. A. Hierzu Taf. 15 . . . 94*
— Ein neuzeitliches Betriebswerk einer amerikanischen Bahn. B. 113*
— Rauchabzüge in Lokomotivschuppen. Von Zimmermann. A. 114*
— Bogenläufige Achssenke. B. 117*
— Eine neue Gaspreßpumpe. Von Klitzing. A. . . 118*
— Werkstattswirtschaft der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. B. 175
— Die neuesten Prüfstände in der Versuchsabteilung Göttingen. B. 226
— Lehre zum Nachmessen von Radspurkränzen. B. . 227*
— Besonders niedrig gebaute Wagenschiebebühne. B. 228
— Neuzeitlicher Bockkran für die Unterhaltung von Wagen und Lokomotiven. Von Osthoff. A. Hierzu Taf. 34 . . . . . 319*
— Beseitigung des Prämiensystems in den Ausbesserungswerkstätten der kanadischen Eisenbahn. B. . . . 410
— Die neue Lokomotivausbesserungswerkstatt beim Bahnbetriebswerk Dresden-Altstadt. Von Richter. A. Hierzu Taf. 49 . . . . . 511*

Wirtschaftlichkeit der Eisenbahnen.
— Ein Verfahren zur Berechnung durchschnittlicher Selbstkosten. Von Bazant. A. 418

Wohnbauten.
— Neuere Wohnbauten der Österreichischen Bundesbahnen. Von Schläfrig. A. 507*

Zeitaufnahmen siehe betriebswissenschaftliche Untersuchungen.

Zugbeeinflussungseinrichtungen (siehe auch Signal- und Sicherungswesen).
— Optische Signalübertragung. B. 55
— Selbsttätige Bremsvorrichtung von Miller für Lokomotiven. B. 56*, 211

Zugförderung (siehe auch Elektrische Eisenbahnen).
— Die Ermittlung der Zugförderkosten der Güterzüge als Unterlage für die Wahl der Leitungswege. Von Baumann. A. 164
— Ermittlung der Fahrzeiten der Personenzüge bei der DRG. A. 374

Zuschriften an die Schriftleitung.
— Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau . . 151*, 529*
— Halbselbsttätige, elektrisch gesteuerte Weiche einer Verschiebeanlage 192
— Der Oberbau der großen Geschwindigkeiten und großen Achsdrücke: Das Gleis auf Federn und festen Stützen. 250
— Über die Lage des Reibungsmittelpunktes bei arbeitenden Lokomotiven 266
— Die mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren 283*
— Zulassung von Kreuzungen bei Gleisentwicklungen . 304
— Ergebnisse von Indizierversuchen an Lokomotiven bei Leerlauf 327
— Aus der Geschichte des amerikanischen Lokomotivbaues 330

II. Buchbesprechungen.

	Jahrg. 1927 Seite
Archiv für Eisenhüttenwesen	398
Bauaufsicht und Bauführung. Von Tolkmitt	414
Beiträge zum Abnutzungsproblem mit besonderer Berücksichtigung der Abnutzung von Zahnrädern. Von Bondi	380
Beschaffungsstellen. Die Zuständigkeit der B.... im Verwaltungsgebiet der DRG. Von Koch	270
Blattfedern. Die Herstellung der B.... Von Sanders	380
Eisenbahnbetriebsunfälle und ihre Verhütung. Von Bloss	211
Eisenbahnkunde. Von Haßfurter	38
Elektrische Bahnen. Von Schwaiger	330
Erläuterungen mit Beispielen zu den Eisenbetonbestimmungen. Von Gehler	88
Freitragende Holzbauten. Von Kersten	270
Gebirgstunnel. Der Bau langer tiefliegender G..... Von Andreae	330
Glasers Annalen. Jubiläums-Sonderheft zum 50jährigen Bestehen	528
Hebe- und Förderanlagen. Von Aumund	137
Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch, 4. Band	269
Hundertjährige Eisenbahn. Die ..... Von Fürst	380
Industrielle Unfallverhütung auf der Grundlage der wissenschaftlichen Betriebsführung. Von Martens	414
Industriestaub, Wesen und Bekämpfung. Von Meldau	249
Lauf von Eisenbahnfahrzeugen durch Gleiskrümmungen. Der..... Von Jahn	526
Linienführung. Von Giese, Blum und Risch. II. Teil, Eisenbahnwesen und Städtebau, 2. Band	329
Locomotive Cyclopedia of American Practice	529
Massengüter. Die Förderung von M..... Von Hanffstengel	72
Oberbau- und Gleisverbindungen. Von Bloss	192
Hierzu Berichtigung	330
Personenbahnhöfe. Von Cauer	308
Sicherungseinrichtungen. Die S.... für den Zugverkehr auf den deutschen Bahnen. Von Möllering	211
Statik für Baugewerksschulen und Baugewerksmeister. Von Zillich	72
The British Steam Railway Locomotive 1825—1925. Von Ahrons	414
Unterrichtsblätter über Fernmeldetechnik. II. Teil.	38
Verzeichnis der deutschen Literatur über Verschiebebahnhöfe.	38
Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchungen von Viskosimetern. Von Erk	414

III. Namenverzeichnis.

Die Aufsätze sind mit A., die Buchbesprechungen mit Bb., die Zuschriften mit Z. bezeichnet. * = Abbildungen im Text.

	Jahrg. 1927 Seite
Ahrons. The British Steam Railway Locomotive 1825—1925. Bb.	414
Ammann. Versuche über die Beweglichkeit der Schienenenden in Stoßverbindungen. A. Hierzu Taf. 13	78*
Andreae. Der Bau langer tiefliegender Gebirgstunnel. Bb.	330
Aumund. Hebe- und Förderanlagen. Bb.	137
Bach. Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln. A. Hierzu Taf. 10	57*
Bäseler. Die Spurkranzreibung. A.	333*
— Die Weichenentwicklung an Ablaufbergen. A. Hierzu Taf. 32	289*
— Über die schienenfreien Gleisentwicklungen. A. Hierzu Taf. 11 und 12	73
— Zulassung von Kreuzungen bei Gleisentwicklungen. Z.	304
— Zur Geschichte der Steilweichen. A. Hierzu Taf. 4	26*
Baltzer. Die Tanganjikabahn. A.	222*
Baumann. Die Ermittlung der Zugförderkosten der Güterzüge als Unterlage für die Wahl der Leitungswege. A.	164*
— Die Weichenentwicklung der Einfahrgleise an den Ablaufbergen der Verschiebebahnhöfe. A.	406*
Bazant. Ein Verfahren zur Berechnung durchschnittlicher Selbstkosten. A.	418
Bethke. Versuche mit dem Anfeuern von Lokomotiven. A.	105*
Beyer. Die Erhaltung der Drehpunkte der Zungenvorrichtungen. A.	430*
Blohme. Verlegen des Reichsoberbaues mit Füllkästen nach dem Hannoverschen Verfahren. A.	399*
Bloss. Eisenbahnbetriebsunfälle und ihre Verhütung. Bb.	211
— Oberbau und Gleisverbindungen. Bb.	192
Hierzu Berichtigung	330
Bondi. Beiträge zum Abnutzungsproblem mit besonderer Berücksichtigung der Abnutzung von Zahnrädern. Bb.	380
Borghaus. Die neue Bekohlungsanlage des Bahnhofs Dillenburg. A. Hierzu Taf. 14	89*
Burchartz u. Saenger. Versuche mit Hochofenstückschlacke als Gleisbettungsstoff. A. Hierzu Taf. 33	292*
Cauer. Personenbahnhöfe. Bb.	308
— Zulassung von Kreuzungen bei Gleisentwicklungen. A.	301
Dannecker. Die gußeisernen Stopfbuchspackungen. A.	217*
Dehnst. Der heutige Stand der Holztränkung. A.	369*
Dittes. Die Elektrisierung der Österreichischen Eisenbahnen. A.	472*
Driessen. Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Z.	529*
Ebert. Bemerkenswerte Einrichtungen des neuen Lokomotivschuppens in Schaerbeek (Belgien). A.	390
— Gegenwärtiger Stand der Elektrisierung in Holland. A.	266

Jahrg. 1927
Seite

Eichberg. Betriebsergebnisse und Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen. A. 503*
Engels. Neuerungen im Waggon- und Triebfahrzeugbau der Österreichischen Bundesbahnen. A. 442*
Erk. Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchungen an Viskosimetern. Bb. 414

Faatz. Neue Wege zur Verstärkung des Oberbaues und des Bettungskörpers. A. 315*
Findeis. Die Seilschwebebahn auf die Zugspitze. A. 31*
Friedrich. Die wirtschaftlichen Vorteile der mechanischen Lagerschmierung für den Eisenbahnbetrieb. A. . . 125*
Frohne. Über die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnhöfen. A. Hierzu Taf. 27 . . . . . 238* 257*
Füchsel. Die neueren Baustähle. A. 61
— Werkstofftagung Berlin 1927. A. 516
Fürst. Die hundertjährige Eisenbahn. Bb. 380

Gaedicke. Preßlufthydraulisches Aufgleisgerät. A. Hierzu Taf. 39 . . . . . 405*
Gehler. Erläuterungen mit Beispielen zu den Eisenbetonbestimmungen 1925. Bb. 88
Geiger. Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Z. 152*
Geiringer. Ein Beitrag zur Verwendung der autogenen Schmelzschweißung im Bahnerhaltungsdienste. A. . 408*
Gellhorn. Zeitaufnahmeverfahren in den Ausbesserungsstellen der Betriebs- und Betriebswagenwerke der Reichsbahndirektion Altona. A. 100*
Giese, Blum, Risch. Linienführung. Bb. 329
Günther, Karl. Einteilung der Personenbahnhöfe. A. Hierzu Taf. 17 130
Günther, Otto. Die mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren einzeln kuppelbaren Motoren. A. Hierzu Taf. 6 bis 9 39* 284*

Härtel. Die Bedeutung der Wildbachverbauung für die Eisenbahnen. A. 458
Hanffstengel. Die Förderung von Massengütern. Bb. 72
Haßfurter. Eisenbahnkunde. Bb. 38
Heumann. Zur Theorie des Lokomotivkessels. A. . 251* 271*
Hiller. Der Oberbau der Österreichischen Bundesbahnen. A. Hierzu Taf. 41 421
Hromatka. Oberbaulager und Werkstätte Wörth. A. 425*
Hruschka und Schnürer. Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Kraftwerke und Unterwerke. A. Hierzu Taf. 47 und 48 . . . . . 475*

Jahn. Über die Lage des Reibungsmittelpunktes bei arbeitenden Lokomotiven. Z. 266
Hierzu Berichtigung 308

Kersten. Freitragende Holzbauten. Bb. 270
Klitzing. Eine neue Gaspreßpumpe. A. 118*
Kloevekorn. Auffrischen eiserner Oberbaustoffe. A. 126
Koch. Die Zuständigkeiten der Beschaffungsstellen im Verwaltungsgebiet der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Bb. 270
Koref. Verfahren zur Berechnung von Heißdampflokomotiven mit einfacher Dampfdehnung. A. . . 139*
Korwik. Organisation und Personalwirtschaft im Bau- und Bahnerhaltungsdienste der Österreichischen Bundesbahnen. A. Hierzu Taf. 40 . . . . . 416*
Krohne. Spurkranzschweißung. A. 52*
Kühnel und Marzahn. Der neue Rotguß R 5 im Eisenbahnbetrieb. A. 11*
Kühnelt. Die Entwicklung des regelspurigen Wagenparkes der Österreichischen Bundesbahnen seit dem Kriegsende. A. 444
Kümmel und Pfeiffer. Bau eines Eisenbahndammes durch das Wattenmeer vom Festland nach der Insel Sylt. A. 381*

Lehar. Über Lehnensicherung. A. 460*
Lehner. Lokomotiv-Neubau und Lokomotiv-Umbau bei den Österreichischen Bundesbahnen. A. Hierzu Taf. 42 und 43 . . . . . 435*

Jahrg. 1927
Seite

Leussler. Der Fußklammerstoß System Melaun und sein Einfluß auf die Beweglichkeit der Schienenenden. A. 281
Liese. Jahresringbreite und Festigkeit des Kiefernholzes. A. 367*
Littrow. Fensterwischer für Lokomotiven. A. . . . 513*
Lomonossoff. Die mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren einzeln kuppelbaren Motoren. Z. 283
Lorenz. Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Elektrische Triebfahrzeuge und Zugförderungsanlagen. A. 495*
Lotter. Der neue Heizkesselwagen der elektrisch betriebenen Strecken der italienischen Staatsbahn. A. 15*
Louis. Untersuchungen über den Kurvenwiderstand von Eisenbahnfahrzeugen. A. Hierzu Taf. 36 und 37 350*
Lubimoff. Gleisbau auf gefrorenen Flüssen und Seen. A. Hierzu Abb. 3 bis 7, Taf. 24 207
— Schwellentränkung mit Seesalz. A. 189
— Stemmlasche gegen das Wandern der Schienen. A. Hierzu Abb. 1 und 2, Taf. 24 207

Marschall. Der elektrische Betrieb der Natalstrecke der südafrikanischen Regierungsbahnen. A. 518*
Martens. Industrielle Unfallverhütung auf der Grundlage der wissenschaftlichen Betriebsführung. Bb. . 414
Marzahn und Kühnel. Der neue Rotguß R 5 im Eisenbahnbetrieb. A. 11*
Meldau. Der Industriestaub, Wesen und Bekämpfung. Bb. 249
Möllering. Die Sicherungseinrichtungen für den Zugverkehr auf den deutschen Bahnen. Bb. 211
Moll. Tränkung von Eisenbahnschwellen in Amerika. A. 373

Nemcsek. Die statistische Behandlung der Bahnunterhaltungskosten. A. Hierzu Taf. 23 188
— Über exzentrische Belastung der Holzschwellen. A. 145*
Nolde. Die neuen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse. A. 213*
Nordmann. Versuchsfahrten mit der verstärkten Gt 96⁰ (2 × 4/4) Lokomotive des ehemals bayerischen Netzes der Deutschen Reichsbahn. A. 231*

Osthoff. Neuzeitlicher Bockkran für die Unterhaltung von Wagen und Lokomotiven. A. Hierzu Taf. 34 319*

Pàl. Plötzliche Wanderungen der Schwellen. A. . . 147*
Pfeiffer und Kümmel. Bau eines Eisenbahndammes durch das Wattenmeer vom Festland nach der Insel Sylt. A. 381*
Pösentrup. Berechnung und Anwendung von Laufzeitlinien. A. 7*
Pokorny. Eine Felssprengung im Gesäuse. A. . . . 463*

Richter. Die neue Lokomotivausbesserungswerkstatt beim Betriebswerk Dresden-Altstadt. A. Hierzu Taf. 49 . . . . . 511*
Riemann. Das neue Eisenbahnbetriebswerk auf Güterbahnhof Erfurt. A. Hierzu Taf. 15 . . . . . 94*
Rihosek. Versuche mit einer Kesselspeisewasser-Vorwärmpumpe Bauart Dabeg. A. Hierzu Taf. 16 . . 121*
Roth. Die Auswechslung des eisernen Überbaues der Schönauer Eisenbahnbrücke in Steyr. A. 451*
— Über die Nachprüfung von Brückentragwerken. A. 449
Roudolf. Selbsttätige Signalanlagen. A. 48*
Rumpf. Neuerungen auf dem Gebiete des Signalwesens. A. Hierzu Taf. 46 . . . . . 467*

Saenger und Burchartz. Versuche mit Hochofenstückschlacke als Gleisbettungsstoff. A. Hierzu Taf. 33 292*
Saller. Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau. Z. 151
— Riffelbildungen an Eisenbahnschienen. A. 394*
Sanders. Die Herstellung der Blattfedern. Bb. . . 380
Scheibe. Wärmeableitung aus den Schienen nach der Bettung und Weglassung der Stoßlücken im Eisenbahngleise. A. 83*
Schläfrig. Neuere Wohnbauten der Österreichischen Bundesbahnen. A. 507*
Schmidt. Der Bau des Hochstraßtunnels der Eisenbahnlinie Friedberg—Pinkafeld. A. Hierzu Taf. 44 und 45 454*
Schmitt. Zur Frage des Reichsoberbaues auf Holzschwellen. A. 309*

Jahrg. 1927 Seite

Schnürer und Hruschka. Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Kraftwerke und Unterwerke. A. Hierzu Taf. 47 und 48 . . . . . 475*
Schönberger. Das zweite Betriebsjahr der Schienenschweißungen im Bezirk der Reichsbahndirektion Nürnberg. A. Hierzu Taf. 28 bis 31 . . . . . 275*
Schultheiß. Der Gleisbauwagen Bauart Hoch. A. . . 186*
Schultheiß, Ludwig. Elektrische Beleuchtungsanlage für Hilfsgerätewagen. A. 324*
Schwaiger. Elektrische Bahnen. Bb. 330
Sedlak. Der Betriebsdienst der Österreichischen Bundesbahnen. A. 420
Seyberth †. Streckenblockung für eingleisige Bahnen mit Blockstellen. A. Hierzu Taf. 38 392
Simmert. Die Personenseilschwebebahnen und deren Entwicklung in Österreich. A. 509*
Steinhagen. Zur Frage der Schienenlänge. A. . . . 279*
Stiasny. Die Oberbauerneuerung im Arlbergtunnel im Jahre 1925. A. 431*

Tolkmitt. Bauaufsicht und Bauführung. Bb. . . 414
Trautvetter. Der neue Speichertriebwagen der Reichsbahn. A. 216
Trnka. Aufgaben des Bau- und Bahnerhaltungsdienstes der Österreichischen Bundesbahnen. A. 415

Uebelacker. Über die Lage des Reibungsmittelpunktes bei arbeitenden Lokomotiven. A. 265*

Jahrg. 1927 Seite

Vollmayr. Über eine neue Anlage zur Absaugung von Rauchkammerlösche aus Lokomotiven. A. . . . 119*

Weidmann. Die Donaubrücke bei Mariaort. A. Hierzu Taf. 18 bis 21 . . . . . 157*
Wernekke. Aus der Geschichte des amerikanischen Lokomotivbaues. A. 170*
— Der Bahnhof Markham der Illinois Central-Eisenbahn. A. 244*
— Ein Gleisbett aus Beton. A. 206
— Ein schwieriger Umbau: Bahnhof Cannon Street der englischen Südbahn. A. 149*
— Eine drei- und viergleisige Strecke mit in beiden Richtungen befahrenen Gleisen. A. 517
Widdecke. Erfahrungen mit in Heißdampflokomotiven umgebauten Naßdampflokomotiven. A. 44*
Wirth. Der Oberbau der großen Geschwindigkeiten und großen Achsdrücke: das Gleis auf Federn und festen Stützen. A. 177* 193*
Wöhrl. Experimentelle Grundlagen der Thermit-Schienenschweißung auf freier Strecke. A. Hierzu Taf. 1 bis 3 . . . . . 1* 21*
— Schienenschweißung auf der freien Strecke und Knickfestigkeit der Eisenbahngleise. A. 384*
— Unkrautvertilgung auf Eisenbahnstrecken. A. . . 224

Zillich. Statik für Baugewerksschulen und Baugewerksmeister. Bb. 72
Zimmermann. Rauchabzüge in Lokomotivschuppen. A. 114*

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

82. Jahrgang **15. Januar 1927** **Heft 1**

Engng Library 62505 OF

Experimentelle Grundlagen der Thermit-Schienenschweifsung auf freier Strecke.

Von Reichsbahnoberrat **A. Wöhrl**, Nürnberg.

Hierzu Tafel 1 bis 3.

Vor Inangriffnahme der ersten Schienenschweifsungen im bayerischen Eisenbahnnetz, deren Durchführung ich im Sommer 1924 zwecks grundsätzlicher Klärung aller in Betracht kommenden technischen und wirtschaftlichen Fragen anregte und nach Überwindung einiger Schwierigkeiten auch im Herbst 1924 durchführen durfte, war ich mir im Klaren, dafs nur durch experimentelle Forschung ein sicheres Urteil gewonnen werden könne darüber, ob und wie der geschweifste Schienenstofs für den Fortschritt der Eisenbahnen nutzbar gemacht werden kann und ob das letzte wichtigste, von Anfang an den meisten Zweifeln begegnende aber doch erstrebenswerteste Ziel, die Schweifsung der freien Strecke, überhaupt ernstlich in Betracht kommen kann.

Die Schweifsung von Schienenstöfsen auf Brücken und in Tunneln, die ja mit der freien Strecke nicht verglichen werden kann, war schon in Norddeutschland vorausgegangen. Aufserdem stand damals schon die Brauchbarkeit und der Vorteil der Schienenschweifsung für Übergangsstöfse, Herzstücke (das erste wurde auf meine Veranlassung [Herbst 1924] in Nürnberg Rangierbahnhof behelfsmäfsig mit bestem Erfolge geschweifst), dann für Ablaufgleise, für Laufkränze von Drehscheiben, für Schiebebühnengleise usw. fest.

Die Güte der aluminothermischen Schweifsung an sich (die Schweifsung von Gleisstöfsen mittels des elektrischen Lichtbogens hat sich als unbrauchbar erwiesen), an die man lange nicht glaubte und glauben wollte, ist heute wohl kaum mehr anzuzweifeln. Dabei ist zu berücksichtigen, dafs auf Grund der fortschreitenden Erfahrungen ständig an einer Verbesserung des Schweifsverfahrens gearbeitet wird und weitere Fortschritte zweifellos noch zu erwarten sind.

Von den 186 Stöfsen, die im Herbst 1924 in Nürnberg Rangierbahnhof geschweifst wurden, weist bisher keiner auch nur die Spur einer Beschädigung auf trotz des lebhaften Güterzugverkehrs der Richtung Crailsheim—Nürnberg.

Trotzdem würde es als ein grofses Wagnis erscheinen heute schon die Schienenschweifsung auch auf der freien Strecke in gröfseren Längen zuzulassen. Hier sind die Verhältnisse noch nicht genügend geklärt und es bestehen mit Recht die widerstrebendsten Anschauungen. Einzelne Fachleute glauben heute schon, kilometerlange Strecken ohne jegliche Gefahr schweifsen zu können; es wurden tatsächlich auch schon 1920 Vignolschienen (27 kg/m) in Längen von 1000 m auf der Luegallee in Düsseldorf-Oberkassel geschweifst und haben seit dieser Zeit anstandslos im Betrieb gestanden. Die Schienen wurden zum Schutze gegen die Wärmeeinwirkung beiderseits 20 cm breit in Kesselasche eingebettet (siehe Bericht des Generaldirektors M. Schwabe der Rheinischen Bahngesellschaft in Düsseldorf auf dem III. Internationalen Kongrefs Budapest 1925, dann Gleistechnik 1926, Heft 1).

Andere Fachleute wiederum packt es wie Entsetzen, wenn von einer Verschweifsung langer Gleisstrecken der freien Strecke gesprochen wird. Sie können den Gedanken nicht los werden, dafs die Schienen für ihre Ausdehnung den nötigen Spielraum finden müssen und dafs jede Verhinderung — ja schon Erschwerung — dieser Ausdehnung mit Naturnotwendigkeit dazu führen mufs, dafs sich die Schienen gewaltsam einen Weg suchen und unter Zerstörung der Gleislage seitlich ausweichen (Verwerfungen) und nach Umständen sogar zu schweren Betriebsunfällen Anlafs geben.

Wer selbst solche Verwerfungen erlebt und die hierbei auftretenden gewaltigen Kräfte beobachtet hat, wird die Sorge dieser Fachleute durchaus teilen und verstehen.

Die Verschiedenheit der Anschauungen in den Fachkreisen (siehe auch Organ 1925, Heft 7 und 22) erklärt sich nur daraus, dafs das Gebiet der Schienenausdehnung und der hierbei auftretenden axialen und seitlichen Kräfte, die Ursachen der Verwerfungen, die Widerstände des Gleises (Schienen mit Schwellen) in den verschiedenen Bettungsarten, die Widerstände, die der Verschiebung der Schienen auf den Schwellen bei den verschiedenen Schienenbefestigungsmitteln entgegenwirken, die Widerstände, die die Schwellen in voller Bettung, dann in ausgekofferter Bettung einer Verschiebung entgegensetzen usw., nicht genügend erforscht sind und dafs über die Wechselwirkung zwischen Gleis, Bettung und Wärmeausdehnung der Schienen keine genügenden experimentellen Versuche vorliegen, auf die ein sicheres Urteil gestützt werden könnte.

Der Wert der Schweifsung der freien Strecke ist wohl unbestritten und leuchtet ohne weiteres ein. Die Gleichartigkeit des Gleises ohne Stofs, das ruhige, geräuschlose Fahren, daher die Schonung der Fahrzeuge, die Verminderung der Unterhaltung durch Entfall der Stöfse — dieser Schmerzenskinder der Bahnunterhaltung — die Verminderung der Schienenwanderung und die Ersparnis an Schwellen infolge gleicher Schwellenteilung usw., das alles bietet so viele und grofse Vorteile, dafs die Möglichkeit der Schweifsung der freien Strecke wohl der Prüfung und Forschung sich verlohnt. Der Einwurf, dafs bei Unfällen mit Schienenbeschädigungen, dann bei Gleisumbauten und anderweitiger Verwendung von Langschienen Schwierigkeiten mancherlei Art entstehen, ist im Zeitalter des autogenen Schneideverfahrens und Schweifsens nicht als erheblich zu erachten — vor allem nicht gegenüber den zu gewinnenden Vorteilen und Ersparnissen.

Daraus ergibt sich ohne weiteres die zwingende Notwendigkeit der experimentellen Durchforschung dieses Gebietes, und erst wenn dies restlos erfolgt sein wird, kann der weitere Weg, die Schweifsung gröfserer Schienenlängen der freien Strecke ohne Gefahr eines Rückschlages beschritten werden.

Nichts wäre auch verderblicher, als wenn durch ein unbedachtsames, übereiltes Vorgehen Mifserfolge entstehen würden, die das an sich tadellose, aussichtsreiche aluminothermische Schweifsverfahren in Verruf bringen und die Auswertung des Verfahrens für den Fortschritt der Gleistechnik auf vielleicht viele Jahre zurückwerfen würde.

Bezüglich der chemischen, mikroskopischen und Festigkeitsuntersuchungen verweise ich auf Organ 1925, Heft 22.

Die Fragen, die durch die weitere experimentelle Forschung zunächst geklärt werden müfsten, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Welche Längenänderungen der Langschienen sind in unserem Klima (40° C Wärme und 20° C Kälte, zusammen 60° C) zu erwarten

a) bei Schienen, die nicht in Betriebsgleisen liegen und sich ungehindert ausdehnen können (auf Walzen liegend)?
b) bei Schienen der verschiedenen Oberbauarten, die in Betriebsgleisen liegen (Holzschwellen-, Eisenschwellenoberbau) bei den verschiedenen Bettungsarten (Sand, Kies, Schotter)?

2. Welche Wanderungen der Schienen für sich (ohne Schwellenwanderung), dann der Schienen mit Schwellen zusammen, sind bei Langschienen zu erwarten?

3. Welchen Widerstand setzt eine Schwelle (Holz und Eisen) ihrer Verschiebung in der Gleisrichtung in den verschiedenen Bettungsarten (voll eingebettet) entgegen?

4. Welchen Widerstand setzt eine gleiche Schwelle in den gleichen Bettungsarten — aber ausgekoffert — ihrer Verschiebung in der Gleisrichtung entgegen?

5. Welchen Widerstand setzt ein voll eingebettetes Gleis seiner seitlichen Verschiebung (Verwerfung) entgegen?

6. Welchen Widerstand setzt ein ausgekoffertes Gleis seiner seitlichen Verschiebung entgegen?

7. Wodurch entsteht eine Gleisverwerfung und unter welchen Voraussetzungen ist eine solche nur möglich?

Welche Kräfte treten hierbei auf?

8. Welche Schienenlängen können ohne Gefahr geschweifst werden und zwar mit und ohne Ausziehstöfse?

9. Und als letzte und wichtigste Frage: Welche Druck- und Zugspannungen können in Langschienenstrecken ohne Gefahr zugelassen werden?

Ist bei dem Spiel der Kräfte (Druckkräfte im Sommer, Zugkräfte im Winter) nicht ein regelmäfsiger Ausgleich zu erwarten, der gefährliche, zu Betriebsunfällen Anlafs gebende Schienenwanderungen ständig oder periodisch ausgleicht und die Schweifsung von 1000 m-Strecken und mehr gefahrlos erscheinen läfst?

Zu Frage 1 (Messung der Längenänderung der Schienen): In Nürnberg Rangierbahnhof wurde im Herbst 1924 eine Strecke von 1,236 km in der Weise geschweifst, dafs Langschienen mit 60, 84 und 108 m aneinander geschlossen und mit Ausziehstöfsen ausgerüstet wurden, um die Längenänderungen der einzelnen Strecken im Gleis mit Sicherheit feststellen zu können.

Aufserdem wurden aber auch gleiche Langschienen (60, 84, 108 m) aufserhalb der Betriebsgleise frei beweglich auf Rollen gelegt (unverlascht), um gleichzeitig auch die Ausdehnung frei beweglicher Schienen festzustellen.

Schliefslich wurden noch Langschienen (60, 84, 108 m) seitlich auf Schwellen eines Betriebsgleises (Unterlagplatten) aufgeschraubt (nicht befahren), um den Einflufs der Schienenbefestigung auf die Längenänderung festzustellen.

Die im Betriebsgleis eingebauten befahrenen Langschienen liegen in einem Güterzughauptgleis, das zwischen zwei seitlichen Gleisen vollständig eingebettet in rolligem Kies liegt. Die Schienen sind auf den alten Holzschwellen teils mit Nägeln, teils mit Schwellenschrauben befestigt. Die Strecke liegt vor einem Einfahrsignal, ist also einer starken einseitigen Bremswirkung ausgesetzt. Das Gleis steigt in der Fahrrichtung 1 : 180. Um eine gleichmäfsige Ausdehnung der Schienen nach beiden Seiten zu sichern und eine Wanderung möglichst hintanzuhalten, wurden die Schienen in der Mitte mit je vier Stützklemmen (Rambacher) nach beiden Richtungen auf den Schwellen verankert.

Der Versuch erstreckte sich demnach nur auf alten Holzoberbau mit teilweise mangelhafter Befestigung der Schienen auf den Schwellen in der denkbar ungünstigsten Bettung (siehe Organ 1925, Heft 22).

Die Ergebnisse der Messungen der Längenänderungen während des Zeitraumes vom Januar 1925 bis Mitte Juli 1925 sind in den bildlichen Darstellungen (Abb. 1, Taf. 1 und Abb. 4, Taf. 2) ersichtlich gemacht, wobei bemerkt wird, dafs nur ein Teil der gesamten Schaubilder hier Platz finden kann.

Diese bildlichen Darstellungen umfassen:

1. Vier Paar Langschienen zu je 60 m im Gleis eingebaut und befahren (Abb. 1, 1a, Taf. 1).
2. Zwei Paar Langschienen zu je 60 m auf Walzen frei, beweglich, nicht befahren (Abb. 2, Taf. 1).
3. Ein Paar Langschienen zu 60 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren (Abb. 3, Taf. 1).
4. Ein Paar Langschienen zu 84 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren (Abb. 1, Taf. 2).
5. Ein Paar Langschienen zu 84 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren (Abb. 2, Taf. 2).
6. Ein Paar Langschienen zu 108 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren (Abb. 3, Taf. 2).
7. Ein Paar Langschienen zu 108 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren (Abb. 4, Taf. 2).

Zum besseren Verständnis der bildlichen Darstellungen sei folgendes erwähnt:

Die Längenänderungen wurden an den Stöfsen in der Weise gemessen, dafs seitlich dieser Stöfse zu beiden Seiten Holzschwellen auf 1,50 m Tiefe in den Untergrund versenkt und auf deren Köpfen Marken für die Ausgangslage der Schienenenden angebracht wurden.

Die Messung der jeweiligen Längenänderung der Schienenenden gegenüber diesen Marken und zwar die Längenänderung der beiden Schienenenden addiert, ergab die Längenänderung der Langschiene an einem bestimmten Tage bei der betreffenden Lufttemperatur. Die Messungen erfolgten zeitlich stets so, dafs möglichst die Wirkung der Höchsttemperatur, die bei Schienen erst nach einigen Stunden sich geltend macht, festgestellt werden konnte — also im Winter früh morgens, um den Einflufs der Nachtkälte zu erfassen, im Sommer in den ersten Nachmittagsstunden.

Die obere Polygonlinie der bildlichen Darstellung der Längenänderungen gibt die Ausdehnung des Schienenanfanges, die untere die des Endes an. Die Längenänderungen des Schienen anfanges sind an der oberen Nullinie in der Weise aufgetragen, dafs +Werte (Verlängerungen), nach oben —Werte (Verkürzungen) nach unten erscheinen, die Längenänderungen des Schienen endes an der unteren Nullinie umgekehrt (+Werte nach unten, —Werte nach oben). Die Verlängerungen nach oben liegen zugleich in der Fahrtrichtung.

Es ergibt sich demnach hieraus ein anschauliches Bild, wie die Schienenenden sich gegenseitig nähern (Kälte) bzw. voneinander entfernen (Wärme). Man kann diese Bewegung der Schienen am besten mit »Atmung« bezeichnen. Punktiert ist die jeweils gegenüberliegende Schiene der gleichen Strecke in ihrer Bewegung gekennzeichnet. Wesentliche Unterschiede sind zwischen den beiden Schienen nirgends aufgetreten.

Aufser der »Atmung« kann aus den Schaubildern aber auch klar die Wanderbewegung der im Betriebsgleise liegenden Schienen ersehen werden. Beide Linien rücken in diesem Falle einseitig und unsymmetrisch zu den Nullinien z. B. nach oben, d. h. die Schienenenden haben sich neben der normalen Atmung einseitig nach einer Richtung (Fahrrichtung) verschoben — sie sind gleichzeitig gewandert.

Hierbei ist aber zu bemerken: Wenn eine Schiene sich einseitig infolge der verschiedenen inneren Widerstände eines Gleises ausdehnt, so ist dies selbstverständlich nicht als Wanderung anzusprechen. Erst wenn sich beide Schienenenden während der normalen Wärmeausdehnung in einer Richtung fortbewegen — wie dies aus Abb. 1, 1a und 3, Taf. 1 klar ersichtlich ist — liegt unbedingt Wanderung vor. Aber auch

Engineering Library

dann, wenn nicht beide Schienenenden in einer Richtung sich verschoben haben (Abb. 2, Taf. 2) ist Schienenwanderung anzunehmen und nicht ungleiche Ausdehnung infolge verschiedenen inneren Gleiswiderstandes, weil die sämtlichen Schaubilder der Betriebsstrecke ausnahmslos diese einseitige Verschiebung in der Fahrrichtung aufweisen und eine derartige Gleichheit der Wirkung des inneren Widerstandes der Schienenstrecken nicht angenommen werden kann.

Bezüglich der einzelnen Schaubilder wird folgendes erläuternd bemerkt:

1. Zu Abb. 1, 1a, Taf. 1. Vier Paar Langschienen im Gleis eingebaut und befahren.

Die beiden ausgezogenen Linien (linke Schiene) und auch die gestrichelten Linien (rechte Schiene) zeigen in den Wintermonaten nur geringe Längenänderungen der Langschienen, man erkennt aber bereits deutlich die Wirkung der Wanderung im Betriebsgleis. Beide Linien verschieben sich einseitig nach oben, das heifst die Ausdehnung erscheint einseitig in der Fahrrichtung. Das eine Schienenende dehnt sich aus und wandert zugleich in der Fahrrichtung um ein gröfseres Mafs als die Ausdehnung beträgt, das andere Ende zeigt daher trotz normaler Längenänderung am Mefspfahl eine scheinbare Verkürzung.

Mit dem Eintritt warmer Witterung vom April an entfernen sich die Linien stärker voneinander, die Längenausdehnung wird gröfser, die Linien verlaufen aber wiederum nicht symmetrisch zu den Nullinien, sondern erscheinen infolge Wirkung der Wanderung nach oben (Fahrrichtung) verschoben. Die gröfste Verschiebung infolge der Wanderung ergibt sich am 16. 6. 25 z. B. bei

Abb. 1 zu . . . . 3,10 cm,
Abb. 1a zu . . . . 2,00 cm,
Abb. 3 zu . . . . 2,40 cm,

wenn die Längenänderung symmetrisch zu den Nullinien verlegt wird, das heifst wenn angenommen wird, dafs die Schienen bei Wegfall der Wanderung sich gleichmäfsig nach beiden Seiten ausgedehnt hätten.

Am 16. 4. 25 erscheint im Schaubild ein Steilabfall der beiden Linien. Dies erklärt sich aus einer damals notwendigen Zurückziehung der Schienenstränge (4 bis 7 cm), um wieder normale für die weiteren Messungen und Beobachtungen unbedingt nötigen Stofslücken zu schaffen, da diese infolge Ausdehnung und Wanderung sich fast vollständig geschlossen hatten.

Mit Mitte Juli 1925 wurden die Messungen abgeschlossen, da einerseits wesentlich höhere Temperaturen nicht mehr zu erwarten waren — also ein zuverlässiges Urteil über die Ausdehnung bei höchster und niederster Jahrestemperatur möglich war —, andererseits die Stöfse der Schweifsstrecken zwecks weiterer Versuche in der Weise verändert wurden, dafs ein Teil (die Hälfte) des infolge der Längenänderungen auftretenden Zuges und Druckes durch die Stofslaschen aufgenommen, der andere hälftige Teil der Ausdehnung durch den Spielraum in den normalen Laschen ausgeglichen werden sollte. Bei diesem neuen Versuch war eine weitere exakte Messung der Schienenausdehnung nicht mehr möglich, aber auch nicht mehr notwendig.

2. Zu Abb. 2, Taf. 1. Zwei Paar Langschienen von je 60 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren.

Ein Vergleich mit Abb. 1, 1a, Taf. 1 läfst sofort den wesentlichen Unterschied erkennen, dafs hier die »Atmung« gleichmäfsig nach beiden Seiten symmetrisch zu den Nullinien erfolgte, eine Wanderung also nicht auftrat, was ohne weiteres verständlich ist, da die Schienen nicht befahren wurden und sich auf den Walzen gleichmäfsig nach beiden Seiten ausdehnen konnten. Auch der Steilabfall der Linien ab 16. 6. 1925 fehlt, da ja eine Zurückziehung dieser Schienen nicht in Betracht kam.

Über den Unterschied in der Gröfse der Längenausdehnung dieser auf Walzen liegenden Schienen im Vergleich zu den eingebauten und befahrenen Schienen wird weiter unten noch eingehend zu sprechen sein.

3. Zu Abb. 3, Taf. 1. Ein Paar Langschienen zu 60 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren.

Das Schaubild zeigt, dafs hier die Wanderung nicht vollkommen ausgeschaltet war und am Ende der Messungsperiode eine solche von 1,2 cm erscheint. Dies findet seine Ursache darin, dafs diese Schienen auf den Schwellen des Betriebsgleises seitlich aufgeschraubt waren und daher die Wanderung des Betriebsgleises sich auch auf die seitlichen Langschienen teilweise übertrug.

Brauchbar an dem Versuch mit den seitlichen, auf den Betriebsgleisen aufgeschraubten Schienen ist nur die Feststellung, welchen Einfluls die Verbindungsmittel zwischen Schienen und Schwellen (Unterlagplatten und Schwellenschrauben) auf die Gesamtausdehnung der Langschienen auszuüben vermochten.

Hierauf wird weiter unten zurückzukommen sein.

Dieser Versuch erschien auch deshalb angezeigt, weil die in Abb. 1 genannten Langschienen zu 60 m auf den Holzschwellen aufgenagelt waren, also eine wesentlich lockerere Verbindung zwischen Schwellen und Schienen vorhanden war.

4. Zu Abb. 1, Taf. 2. Ein Paar Langschienen zu 84 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren.

Die Längenausdehnung erscheint hier entsprechend der gröfseren Schienenlänge gröfser, im übrigen ist auch hier die Atmung infolge Fehlens irgendwelcher Hemmungen nach beiden Richtungen gleichmäfsig und symmetrisch.

5. Zu Abb. 2, Taf. 2. Ein Paar Langschienen zu 84 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren.

Auch hier erscheint eine Schienenwanderung aus den gleichen Gründen wie bei Abb 3, Taf. 1.

Auf die Gröfse der Längenausdehnung wird weiter unten zurückgekommen.

6. Zu Abb. 3, Taf. 2. Ein Paar Langschienen zu 108 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren.

Das Mafs der Längenausdehnung wird entsprechend der gröfseren Schienenlänge gröfser, die Ausdehnung erfolgt gleichmäfsig und symmetrisch nach beiden Seiten.

7. Zu Abb. 4, Taf. 2. Ein Paar Langschienen zu 108 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren.

Die Längenausdehnung erscheint ziemlich gleichmäfsig und symmetrisch nach beiden Richtungen, der Einfluls der Wanderung im Vergleich zu Abb. 3 Taf. 1 und Abb. 2, Taf. 2 wesentlich geringer.

Linke Schiene erscheint etwa 0,6 cm nach rückwärts gewandert. Dies kann nur auf eine Längenänderung des Betriebsgleises infolge Temperatureinflusses zurückgeführt werden. Eine Wanderung nach rückwärts infolge Einwirkung des Betriebes kann nicht in Frage kommen, da das Gleis nur einseitig befahren wird und in allen Teilen nach vorwärts wanderte.

Die rechte Schiene erscheint etwa 0,35 cm nach vorwärts gewandert.

Diesen geringen Verschiebungen der einen Schiene nach rückwärts, der anderen nach vorwärts, kann bei der wissenschaftlichen Auswertung der Versuche eine besondere Bedeutung nicht beigemessen werden. Sie lassen sich nur erklären aus der Längenänderung des Betriebsgleises infolge der Temperaturschwankungen. Man kann auch beim Vergleich mit Abb. 3, Taf. 1 und Abb. 2, Taf. 2 den Schlufs ziehen, dafs dieses Betriebsgleis infolge der aufgeschraubten Langschienen von 108 m gegen die Wanderung infolge des Betriebes weniger empfindlich geworden sei, die Wanderung also aus diesem Grunde auffällig geringer wurde. Dieser Schlufs ist aber deshalb nicht einwandfrei, weil nicht feststeht, ob nicht an dieser Stelle des Gleises, die von dem Einfahrtsignal rund 1 km

entfernt liegt, ohnedies die Bremswirkung der Betriebslasten an sich wesentlich geringer ist.

Im übrigen wird auf die Zusammenhänge zwischen Schweifsung und Wanderung weiter unten des näheren eingegangen werden.

Soviel über die Schaubilder, die das »Atmen« der Langschienen bei den verschiedenen Temperaturen darstellen.

Berechnung der Ausdehnungsziffern.

Im folgenden soll hieran anschliefsend die Gröfse dieser Längenausdehnung und die sich hieraus ergebenden Ausdehnungsziffern bestimmt werden.

Um die Längenausdehnung der Langschienen und zwar sowohl der eingebauten und befahrenen wie der eingebauten und nicht befahrenen sowie der auf Walzen liegenden nicht befahrenen bei den einzelnen Temperaturen klar beurteilen zu können, wurden die gemessenen Ausdehnungen zeichnerisch aufgetragen, aber nicht nach der Zeit der Messungen geordnet, wie bei Abb. 1 bis 3, Taf. 1, und Abb. 1 bis 4, Taf, 2, sondern in der Weise, dafs an der Abszissenachse die fortlaufenden Temperaturgrade — und + erscheinen und an der Ordinatenachse die jeweils gemessenen Längenausdehnungswerte (siehe Abb. 1 bis 7, Taf. 3).

Aus diesen Schaubildern ergibt sich als zunächst auffällig die Tatsache, dafs bei ein- und derselben Lufttemperatur sehr verschiedene Längenausdehnungswerte erscheinen, dafs also die Ausdehnung der Schienen nicht stets genau mit der an der Luft gemessenen Temperatur übereinstimmt.

Z. B. weist ein Schaubild bei 3—4 cm Gesamtausdehnung im Jahre bis 1,5 cm Unterschied auf. Ferner fällt auf, dafs bei den niederen Temperaturen um 0° herum bis etwa + 10° C fast keine Ausdehnung bemerkbar ist — teilweise sogar noch eine Verkürzung erscheint.

Bei den Kältegraden von 0 bis — 10° C folgen die gemessenen Verkürzungen besser den Temperaturwerten.

Die Schaubilder zeigen also eine sehr starke Streuung der Messungsergebnisse.

Diese Streuung erklärt sich bei den ins Betriebsgleis eingebauten und den seitlich aufgeschraubten Schienen aus der Unregelmäfsigkeit der Ausdehnung infolge des verschiedenen inneren Gleiswiderstandes. Bei jeder noch so geringen Bewegung dieser Schienen infolge der Temperaturschwankungen mufs erst die Spannung oder der Widerstand überwunden werden, der zwischen Schienen und Schwellen und zwischen Schwellen und Bettung besteht (ich will ihn weiterhin als den inneren Widerstand der Gleisbefestigung und Bettung oder kurz wie schon oben wiederholt geschehen als den inneren Widerstand eines Gleises bezeichnen).

Da dieser Widerstand infolge vieler Umstände sehr verschieden sein kann, so wird auch das Bild der Streuung entsprechend verschiedenartig.

Wenn nun auch für die Betriebsgleise die Streuung der Messungsergebnisse teilweise aus dem inneren Widerstand dieser Gleise (die starke Überschreitung der theoretischen Ausdehnungswerte kann aber hierin keinesfalls begründet sein) erklärt werden kann, da dieser die Ausdehnungsbewegung verhindert oder verzögert, so ist eine gleiche Erklärung für die auf Walzen liegenden, frei beweglichen Langschienen nicht möglich. Es mufsten also noch irgendwelche andere physikalische Einflüsse an dieser Streuung beteiligt sein.

Zunächst dachte man an ein Nachhinken der Längenänderungen infolge der inneren Widerstände, dann auch an eine ungleiche Durchwärmung der ganzen Schienenmasse. Beide Gesichtspunkte können aber eine befriedigende Erklärung für die Streuung nicht geben, weil die Messungen zeitlich soweit nach Auftreten der gröfsten bzw. niedersten Temperatur vorgenommen wurden, dafs eine volle Auswirkung dieser Temperatur auf die Schienen gesichert war und anzunehmen ist, dafs mindestens im Laufe des Winters wie des Sommers bei länger andauernder Kälte oder Hitze eine gleiche und gleichmäfsige Temperatur der Schienen eintrat, die Messungsergebnisse also mindestens im Maximum der Kälte und Hitze ein zuverlässiges Ergebnis liefern mufsten. Die weit über die theoretischen Werte hinausgehenden Ausdehnungen und Verkürzungen erheischen eine andere Erklärung.

Gemessen wurde — wie bereits oben ausgeführt — im Winter früh morgens, um den Einfluſs der Nachtkälte mit einzubeziehen. Die Temperatur in der Nacht und in den Morgenstunden darf für den Winter als annähernd gleich angesehen werden. Die in Abb. 1 bis 3, Taf. 1 und Abb. 1 bis 4, Taf. 2 eingetragenen Nachttemperaturen weichen auch nicht wesentlich von den Morgentemperaturen ab. Aber selbst wenn bei Nacht eine gröfsere Kälte auftrat als z. Zt. der Messung, so konnte dies nur einige Grade betragen und diese können auf die gesamte Längenänderung keinen wesentlichen Einfluſs haben. Das gleiche gilt für die Sommermonate, in denen in den Nachmittagsstunden gemessen wurde, um die Wirkung der höchsten Tagestemperatur voll zu erfassen. Auch hier können kleine Temperaturdifferenzen einen wesentlichen Einfluſs auf die Streuung nicht ausgeübt haben, da die Temperaturunterschiede zwischen Mittag und 2^{00} Nachmittag nur gering sind.

Sieht man die Streuung selbst näher an, so ergibt sich, dafs die Ausdehnung einmal weit hinter der theoretisch errechneten zurückbleibt — vielleicht weil der innere Widerstand sehr wirksam war —, das anderemal aber erreicht sie den theoretischen Ausdehnungswert voll, geht aber von diesem nur zögernd zurück, endlich geht sie vielfach weit über den theoretischen Wert hinaus.

Der Verdacht, dafs hier Fehler der Messung vorliegen, ist vollständig ausgeschlossen, diese wurde mit peinlicher Sorgfalt gemacht und kontrolliert.

Will man aus den Schaubildern mit ihren stark streuenden Messungswerten ein brauchbares Ergebnis gewinnen, so mufs davon ausgegangen werden, dafs nur die jeweils für eine bestimmte Lufttemperatur aufgetretenen gröfsten Werte der Ausdehnung und Verkürzung, die doch tatsächlich aufgetreten sind während der Messungsperiode, die Grundlage für die Feststellung des Wärmeausdehnungskoeffizienten bilden können.

In den Schaubildern finden sich drei Linien eingetragen, die ungefähr dem Verlaufe der Messungspunkte folgen und zwar

1. die Linie des errechneten Durchschnittswertes des Ausdehnungskoeffizienten;
2. die Linie des theoretischen Ausdehnungskoeffizienten $\delta = 0{,}0000109 \; . \; l = \frac{1}{92000} \; . \; l$ bei 1° C;
3. die Linie der wirklich aufgetretenen gröfsten Ausdehnung.

Zu diesen einzelnen Linien des Wärmeausdehnungskoeffizienten ist folgendes zu bemerken:

1. Die Linie des errechneten Durchschnittswertes kann einen brauchbaren Wert nicht liefern, weil die Streuung der Messungswerte zu grofs und zu ungleich ist. Z. B. mufs die Zurückhaltung der Ausdehnung um 0 bis + 10° C herum den Durchschnittswert ganz erheblich falsch beeinflussen. Diese Linie und der hieraus abgeleitete Ausdehnungkoeffizient erscheint daher wertlos.

2. Die Linie des theoretischen Ausdehnungskoeffizienten bietet deshalb hohes Interesse, weil sie zeigt, dafs die wirklich aufgetretenen gröfsten Ausdehnungen wesentlich höher liegen, eine Erscheinung, die zunächst rätselhaft erschien.

Wollte man nicht an der Richtigkeit des für Stahlschienen von der Wissenschaft festgestellten Ausdehnungskoeffizienten oder an der Richtigkeit der Messungen selbst zweifeln, so mufsten

irgendwelche unbekannte physikalische Einflüsse an dieser gröfseren Ausdehnung Schuld tragen.

Nach längerem Suchen wurde dann auch der Grund der auffälligen Erscheinung gefunden und zwar in der Wirkung der unmittelbaren Sonnenbestrahlung. Durch die Sonnenbestrahlung erleiden die Schienen eine wesentlich gröfsere Erwärmung als die Luft und die gemessenen Ausdehnungen entsprechen daher dem jeweils gemessenen Lufttemperaturgrad plus einem Zuschlag für Sonnenbestrahlung, der mit 30 bis 50 % sich aus den Schaubildern errechnet, wenn an dem theoretischen Wert von $\frac{1}{92000}$ festgehalten wird. Unmittelbare Messungen der Luft- und Schienentemperatur ergaben bis 50 % Unterschied, das Gleiche gilt für Kälte. Die Messung der Lufttemperatur in der Sonne, im Schatten und der Schienentemperatur ergab z. B. am 18. 9. 26 folgendes interessante Bild:

	Lufttemperatur in der Sonne °C	Lufttemperatur im Schatten °C	Schienentemperatur °C
8 15 vorm.	17	14	15
9 00 „	21	20	16
10 00 „	24,5	21	28
11 15 „	25	21,5	30,5
1 00 nachm.	30	26,5	32,5
2 00 „	29	26,0	**39,5**
4 00 „	27	25,0	**39,5**
7 00 „	19	19,0	20,0

3. Die Linie der gröfsten tatsächlich aufgetretenen Ausdehnungen und Verkürzungen ist somit nach dem vorausgehenden einwandfrei begründet und bildet die einzige brauchbare Grundlage für die Feststellung der Ausdehnungskoeffizienten. Dieser ergibt sich zu $\frac{1}{60000}$ bis $\frac{1}{72700}$ gegenüber dem theoretischen Wert von $\frac{1}{92000}$ oder richtiger: Zu der Jahrestemperatur von 60° C müssen 50 % für Sonnenbestrahlung und Frostaufspeicherung zugesetzt werden und erst hieraus ergibt sich mittels des wissenschaftlich feststehenden Ausdehnungskoeffizienten von $\frac{1}{92000} \cdot l$ die wirkliche Gesamtausdehnung der Schienen.

Beziehungen zwischen der Ausdehnung der frei beweglichen und der in Betriebsgleisen liegenden Schienen.

Zwischen den Schaubildern der auf Walzen liegenden und der in Betriebsgleise eingebauten und befahrenen Schienen ergibt sich weiterhin folgende aufserordentlich wichtige Beziehung, die es ermöglicht, den inneren Widerstand des Betriebsgleises bzw. die Schienenspannung für jede einzelne Messung zu bestimmen:

Da der theoretische Ausdehnungskoeffizient für Stahlschienen mit $\frac{1}{92000}$ feststeht, so können die Abweichungen der Messungsergebnisse der auf Walzen liegenden Schienen von der $\frac{1}{92000}$-Linie nur als Einflufs der Sonnenbestrahlung und der Kälteaufspeicherung aufgefafst werden.

Da nun die jeweilige Messung der sämtlichen Schienen stets innerhalb $^1/_2$ Stunde erfolgte, so kann die Schienentemperatur aller Schienen für den betreffenden Messungstag gleich der jeweils entsprechenden auf Walzen liegenden angenommen werden. Damit kann dann berechnet werden, welche normale Ausdehnung die Schienen in den Betriebsgleisen hätten erleiden sollen, wenn sie sich unbehindert ausdehnen hätten können. Die Differenz zwischen dieser normalen Ausdehnung der Betriebsgleise und der wirklich aufgetretenen ergibt dann ohne weiteres den Mafsstab für die Berechnung des inneren Widerstandes bzw. der Schienenspannung des Betriebgleises.

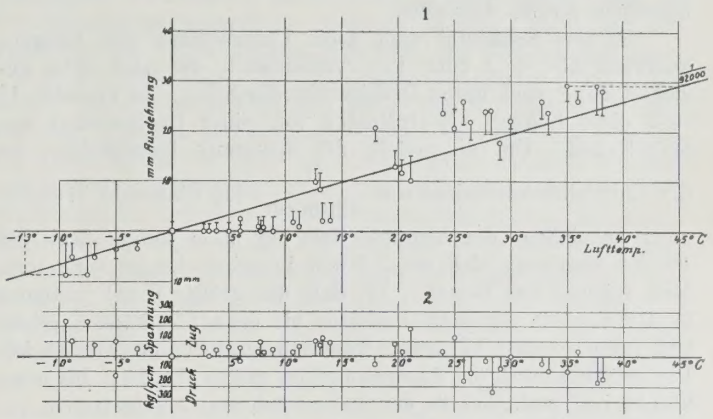


Abb. 1. Vergleich der Längenänderung zweier 60 m langen Schienen, von denen die eine auf Walzenunterlage frei beweglich und nicht befahren, die andere auf Schwellen aufgeschraubt und befahren ist.

In Textabb. 1^1 stellen die ○ die Längenänderung der frei beweglichen Schiene dar, die — die Längenänderung der Schiene des Betriebsgleises. Die Differenzen beider ⚲ ⚳ sind proportional den Druck- und Zugkräften, die in den Schienen des Betriebsgleises auftreten.

In Textabb. 1^2 sind die Druck- und Zugspannungen, die nach Mafsgabe der Messungen in 1^1 in der Schiene des Betriebsgleises auftreten, dargestellt.

Das Schaubild (Textabb. 1^1) zeigt in den Kreispunkten (○) die Ausdehnung der auf Walzen liegenden Schiene, wie Abb. 2, Taf. 3 (nur in etwas anderer Form), auf die keinerlei äufsere Kräfte wirken. Eine derartige Schiene müfste sich demnach proportional der Temperaturänderung ausdehnen und zusammenziehen. Wenn also die Schiene in ihrer eigenen Temperatur nur der Luftwärme gefolgt wäre, so müfste ihre Längenänderung, als Ordinate aufgetragen, proportional der als Abszisse aufgetragenen Lufttemperatur erscheinen, und das Diagramm eine gerade Linie bilden, die nach Mafsgabe des Ausdehnungskoeffizienten von $\frac{1}{92000}$ in der diagonalen Linie des Schaubilds verzeichnet ist. Abweichungen von dieser Linie sind ein Beweis, dafs die Temperatur der Schiene von derjenigen der Luft verschieden war. Das Schaubild zeigt, dafs dieses in erheblichem Mafse der Fall gewesen ist, und zwar liegen die Schienentemperaturen bei gröfserer Luftwärme oberhalb dieser, in der kälteren Jahreszeit unterhalb dieser.

Das Schaubild zeigt ferner, dafs die höchste stattgehabte Schienentemperatur bei 35 und 38° Lufttemperatur gelegen ist und infolge der Sonnenbestrahlung 45° C betragen hat. Die Mindesttemperatur der Schiene lag bei 7 und 9° Lufttemperatur und hat infolge der Kälteaufspeicherung selbst — 13° betragen.

Die Längenänderungen der Schiene im Betriebsgleis nach Abb. 1, Taf. 3 sind durch das Zeichen ⊤ oder ⊥ in dem Schaubild gekennzeichnet. Man sieht, dafs die gleichzeitig durchgeführten Messungen der freiliegenden Schiene und der Betriebsschiene erheblich voneinander abweichen, obwohl angenommen werden kann, dafs die Temperatur beider Schienen zur Zeit der Messung gleich gewesen ist. Der Grund für diese Verschiedenheit der Längenausdehnung ist, wie bereits oben erwähnt, in der Behinderung dor Betriebsschiene zu suchen, die sie durch ihre Befestigung auf den Schwellen und in den Laschen, ferner durch die Bettung gegen Längenänderung erfährt. Es können hier Reibungskräfte auftreten, die der Längenänderung widerstreben und dabei ziehende und drückende Axialkräfte in der Schiene hervorrufen.

Die Abweichungen der Längenänderung der Betriebsschiene von der freiliegenden Schiene sind allein auf diese axialen Kräfte in der Betriebsschiene zurückzuführen; und da die elastische Längenänderung proportional der axialen Kraft ist, müssen diese Differenzen ein Maſs für die in der Betriebsschiene vorhandenen Kräfte darstellen.

In dem Schaubild sind diese Unterschiede der Längenänderung als $+$ ⌶ oder ⌶ $-$ verzeichnet, die nach oben gerichtet Zug-, nach unten Druckkräfte darstellen. In Textabb. 1^2 sind diese Längen als Ordinaten von einer Horizontalen aus aufgetragen. Um die Gröſse der Spannung festzustellen, ist der Elastizitätskoeffizient von $\frac{1}{2200000}$ für Flufsstahl in Rechnung zu ziehen, der bedingt, daſs ein 60 m langer Stab bei 100 kg Spannung sich um 2,7 mm in seiner Länge verändert. Man erkennt aus Textabb. 1^2, daſs die gröſste Druckspannung in der Schiene des Betriebsgleises bis etwa 250 kg/cm² reicht und (naturgemäſs) bei hohen Tagestemperaturen eingetreten ist. Die gröſsten mittleren Zugspannungen gehen ebenfalls bis etwa 250 kg/cm² und sind in der kalten Jahreszeit aufgetreten.

Dieses Maſs von 250 kg/cm² entspricht, wie aus den nachfolgenden Berechnungen ersichtlich wird, $^1/_4$ der gröſsten infolge der Wärmeausdehnung in unserem Klima möglichen Schienenspannung (1090 kg/cm²), das heifst also, der innere Widerstand der 60 m langen Schiene hat zu $^1/_4$ die Schienenausdehnung verhindert.

Unmittelbare Messungen (1926) an einer auffälligen Druckstelle der 84 und 108 m langen Versuchsschienen ergaben eine Schienenspannung bis 470 kg/cm², das ist 43 % der gröſstmöglichen Schienenkraft von 1090 kg/cm².

Die auf Walzen liegenden Schienen stellen daher ein Riesenthermometer dar, mit dessen Hilfe ermittelt werden kann:

1. die Schienenausdehnung bei einer bestimmten Lufttemperatur;
2. die gleichzeitig hierbei vorhandene Wärme- oder Kälteaufspeicherung in der Schiene;
3. die Schienenspannung oder der innere Widerstand von Vergleichsstrecken, die in Betriebsgleisen liegen.

Hieraus erhellt zur Genüge die aufserordentliche Wichtigkeit der Messungen an Schienen, die frei beweglich liegen.

Es muſs der theoretischen Wissenschaft überlassen werden, die Wärmeausdehnung der Schienen unter Berücksichtigung aller mitwirkenden Umstände wie vor allem der Sonnenbestrahlung und Kälteaufspeicherung zu erforschen und die vorliegenden Messungen nachzuprüfen, für die experimentelle Grundlage der Schienenschweifsung steht aber die Tatsache fest, daſs sich innerhalb der in unserem Klima üblichen Temperaturgrade von -20 und $+40$ ° C zusammen 60 ° C eine wesentlich gröfsere Ausdehnung der Schienen ergibt als diese sich theoretisch aus der Lufttemperatur errechnet. Damit muſs der Oberbaufachmann als mit etwas Gegebenem rechnen und jede Nichtbeachtung dieser Tatsache bei Berechnung der auftretenden Druck- und Zugspannungen müſste als sträflicher Leichtsinn erscheinen, der zu schlimmen Folgen führen kann.

Einzelheiten der Schaubilder.

Zu den einzelnen Schaubildern möge noch einiges erläuternd nachgetragen werden:

Die in Abb. 1 und 1a, Taf. 3 dargestellten zwei Paar Langschienen zu je 60 m im Betriebsgleis eingebaut und befahren, haben keinen so wesentlichen Widerstand an den Befestigungsmitteln (Nägel bzw. Schrauben) gefunden, daſs die Gesamtausdehnung hierdurch irgendwie wesentlich beeinträchtigt worden wäre, wenn auch die Widerstände zu einer gröfseren Streuung Anlafs gegeben haben.

Die eingebauten Schienen dehnten sich daher teils genau so aus wie die auf Walzen liegenden und wiesen den gleichen Ausdehnungskoeffizienten von $\frac{1}{60000}$ auf, teils ergab sich eine etwas geringere Ausdehnung und ein Ausdehnungskoeffizient bis $\frac{1}{72700}$.

Abb. 2, Taf. 3. Ein Paar Langschienen zu je 60 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren.

Der geringere innere Widerstand gegen die Längenänderung ist ohne weiteres im Vergleich zu Abb. 1 und 1a, Taf. 3 zu ersehen. Die Streuung ist daher geringer. Die Ausdehnung übersteigt weit die theoretische Ausdehnungslinie, um 0 ° bis $+10$ ° herum verhalten sich auch die auf Walzen liegenden Schienen sehr träge, fast passiv gegen Längenveränderung. Eine Erklärung für diesen Umstand finde ich nicht, da die geringen Widerstände der Rollenauflager dieses Verhalten kaum begründen können. Eine wesentliche Bedeutung kommt dem allerdings auch nicht zu, weil wie oben ausgeführt als Grundlage für die Ausdehnung nur die gröfste beobachtete Ausdehnung innerhalb der gröfsten Jahrestemperaturspanne maſsgebend und dazwischen lineare Ausdehnung anzunehmen ist.

Der Ausdehnungskoeffizient ergibt sich zu $\frac{1}{60000}$.

Abb. 3, Taf. 3. Ein Paar Langschienen zu je 60 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren.

Die Schaubilder zeigen ganz ähnliche Form wie Abb. 1 und 1a, Taf. 3. Auch der Ausdehnungskoeffizient ist mit $\frac{1}{60000}$ der gleiche. Der Einfluſs der Schwellenschrauben ist also Null.

Abb. 4, Taf. 3. Ein Paar Langschienen zu je 84 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren.

Auch diese Schaubilder weisen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den vorhergehenden besonders gegenüber Abb. 2, Taf. 3 auf. Ausdehnungskoeffizient ist $\frac{1}{60000}$. Auch hier gröfsere Passivität um 0 bis 19 ° C herum.

Abb. 5, Taf. 3. Ein Paar Langschienen zu je 84 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren.

Streuung etwas gröfser wie bei Abb. 4, Taf. 3, aber sonst gleich. Ausdehnungskoeffizient $= \frac{1}{60000}$. Schwellenschrauben also ohne Einfluſs.

Abb. 6, Taf. 3. Ein Paar Langschienen zu je 108 m auf Walzen frei beweglich, nicht befahren.

Streuung geringer, Bild ähnlich wie Abb. 2 und 4, Taf. 3. Um 0 ° bis $+10$ ° C passiv. Ausdehnungskoeffizient $= \frac{1}{60000}$.

Abb. 7, Taf. 3. Ein Paar Langschienen zu je 108 m auf Schwellen aufgeschraubt, nicht befahren.

Streuung gröfser als Abb. 6, Taf. 3, sonst ohne wesentlichen Unterschied. Ausdehnungskoeffizient $= \frac{1}{60000}$. Schwellenschrauben daher ohne Einfluſs.

Aus diesen Schaubildern darf folgendes als experimentell sicher festgestellt angenommen werden:

1. Die Längenänderung von Schienen, die nicht in Betriebsgleise eingebaut sind und sich ohne Hindernisse (auf Walzen) ausdehnen können, beträgt bei Annahme eines gröfsten Jahrestemperaturunterschiedes in unserem Klima von $+40$ und -20 = zusammen 60 ° C unter Berücksichtigung der Sonnenbestrahlung

bei	60 m Länge	6 cm,
bei	84 m Länge	8,4 cm,
bei	108 m Länge . , . .	10,8 cm,

oder $\frac{1}{60000}$ der Länge für 1 ° C Lufttemperatur.

Engineering Library

2. Die Längenänderung von Schienen auf Holzschwellen aufgenagelt bzw. mit Schwellenschrauben befestigt, mit Eisenunterlagplatten in einer Bettung aus rolligem Flufskies, Gleis befahren, beträgt bei 60 ° C unter Berücksichtigung der Sonnenbestrahlung

bei 60 m Länge 6,00 cm bzw. 4,95 m

oder $\frac{1}{60000}$ bzw. $\frac{1}{72700}$ der Länge für 1 ° C.

3. Die Längenänderung von Schienen seitlich auf Holzschwellen aufgeschraubt mit Eisenunterlagplatten in einer Bettung aus rolligem Flufskies, Gleis nicht befahren, beträgt bei 60 ° C unter Berücksichtigung der Sonnenbestrahlung

bei 60 m Länge . . . . 6 cm,
bei 84 m Länge . . . . 8,4 cm,
bei 108 m Länge . . . . 10,8 cm,

oder $\frac{1}{60000}$ der Länge für 1 ° C.

Diese Werte sind zur Zeit die einzigen, die für Langschienen experimentell festgestellt sind, sie müssen als noch recht dürftig bezeichnet werden im Hinblick auf die eingangs erwähnten notwendigen Feststellungen und Versuche (Ziffer 1 bis 9), vor allem in bezug auf die Ausdehnung von Schienen in modernen Hauptbahngleisen (Holz- und Eisenoberbau) mit ihren weit wirksameren Befestigungsmitteln zwischen Schiene und Schwelle und mit dem wirksameren gröfseren Widerstand der Schotterbettung.

Für kurze normale Schienen in Betriebsgleisen sind Messungen der Temperaturlängenänderungen in der Fachpresse mir nicht bekannt geworden. Lediglich Bräuning gibt in seinen »Grundlagen des Gleisbaues«, Seite 29 die Längenänderung von zwölf aufeinanderfolgenden Stofslücken (12 m lange Schienen, Holzoberbau, Bettung unbekannt) während eines Jahres an.

Die Gesamtsumme der Stofsveränderung bei gröfster Kälte (61 mm) und Wärme (93 mm) gibt ein Bild der Gesamtausdehnung dieses Betriebsgleises; es errechnet sich hieraus eine Ausdehnung von $\frac{1}{30000}$ wenn als Lufttemperaturunterschied 60 ° C angenommen werden.

Messungen an 15 m langen Schienen eines 1925 neu gebauten Hauptbahngleises (Holzoberbau), die ich selbst ausführte, ergaben eine ähnlich hohe Wärmeausdehnung. Die Wirkung der Wärme- und Kälteaufspeicherung erscheint also hier besonders auffallend. Die Ausdehnung der Normalschienen erscheint aber stets als sehr stark schwankend, d. h. der innere Widerstand der Gleise ist aufserordentlich verschieden und es geht sicherlich nicht an, der häufig vertretenen Anschauung beizupflichten, dafs die Schienen in Betriebsgleisen etwa nur die Hälfte der Wärmeausdehnung erleiden wie frei bewegliche Schienen.

Wenn man im allgemeinen die Haftfestigkeit der Schwellenschrauben mit 3000 kg annimmt, so errechnet sich ein Widerstand zwischen einer 15 m Schiene und ihren 25 Schwellen von 75 t oder 3 t auf jede Schwelle. Das wäre ein ganz erheblicher Widerstand, doch ist nicht anzunehmen, dafs die Schwellenschraubenköpfe im längeren Betrieb, durch den Abnützungen und Lockerungen eintreten, den Schienenfufs unter 3 t Druck festhalten. Die Schrauben erfordern wohl 3 und mehr t zum Herausziehen aus der Schwelle, aber der Druck auf die Schienen beträgt nur einen Bruchteil dieser Kraft. Bei Eisenoberbau ist zwar die Haftfestigkeit zwischen Schienen und Schwellen wesentlich höher, aber es fehlt auch hier noch die experimentelle Grundlage für eine genaue Beurteilung des inneren Widerstandes. Hierzu kommt, dafs bis heute der Widerstand zwischen Schwellen und Bettung noch nicht genügend erforscht ist und ohne diesen der Gesamtwiderstand eines Gleises nicht bestimmt werden kann. Es ist zu wünschen, dafs weitere Versuchsschweifsungen durchgeführt werden, um das Verhalten des Eisenoberbaues in Schotter experimentell festzustellen und damit einen weiteren Beitrag für die experimentellen Grundlagen der Schienenschweifsung auf freier Strecke zu liefern.

Diese Feststellungen sind von aufserordentlicher Bedeutung, denn, wenn einerseits die Ausdehnung der durch keinen Widerstand behinderten Schienen bekannt ist, andererseits die geringere Ausdehnung gleicher Schienen im Zugsgleis bei den verschiedenen Oberbauformen und Bettungen, dann ergibt der Unterschied der Ausdehnung einen genauen Mafsstab für den inneren Widerstand der Gleisbefestigung und Bettung oder für den Widerstand, den jede Schwelle aufzunehmen vermag.

Wir kommen also schon ein gut Stück den Kräftewirkungen in den Gleisen, die eine Funktion des Ausdehnungsmafses sind, näher und es entsteht allmählich eine Grundlage für die Berechnung der auftretenden Zug- und Druckspannungen, sowie auch der bei Gleisverwerfungen wirkenden Kräfte.

Vor allem wird sich dann zweifelsfrei die Frage beantworten lassen, ob in den Stöfsen der Langschienen, und bis zu welchen Längen dieser Schienen, ohne Gefahr die Druck- und Zugspannungen zugelassen werden können, welche nach voller Ausnützung des Spielraumes der Laschen bzw. Ausziehstöfse bei den gröfsten Wärme- und Kältegraden noch restig auftreten werden und verarbeitet werden müssen.

Hier auf Grund experimenteller Forschung klar zu sehen, ist ein unabweisbares Gebot. Denn welcher Bahnmeister könnte und möchte wohl auf gut Glück in seinen Langschienen-Gleisstöfsen Zug und Druck zulassen, ohne zu wissen, welche Gröfse diese Kräfte erreichen? Wer möchte die Verantwortung tragen — vor allem bei geschlossenen Stofslücken —, bei gröfster Hitze zuzusehen und zu warten, ob nicht etwa doch eine Verwerfung oder gar ein Eisenbahnunfall eintritt?

(Schlufs folgt.)

Berechnung und Anwendung von Laufzeitlinien.

Von Reichsbahnrat **Pösentrup.**

Dem praktischen Zweck der nachfolgenden Ausführungen entsprechend sollen zunächst die Unterlagen für die formale Berechnung von Laufzeitlinien so gegeben werden, dafs ohne Rückgriff auf frühere Veröffentlichungen das Verfahren durchgeführt werden kann. Ferner sollen die Voraussetzungen für die richtige Anwendung von Laufzeitlinien angegeben werden.

Bezeichnungen.

1 t (1000 kg) Gewichts- und Krafteinheit.

$\frac{1}{9{,}81}$ demnach Masseneinheit.

t Zeiteinheit in Sek.

m/Sek. Geschwindigkeit.

φ_g und φ_o reiner Laufwiderstand. Die Zusatzbezeichnungen g und o bezeichnen allgemein einen leeren bedeckten bzw. beladenen offenen Wagen (Schwer- und Leichtläufer).

ϱ Zusatzwiderstand in Bögen.

V Wagengeschwindigkeit.

V_r relative Luftgeschwindigkeit.

W_g und W_o Laufwiderstand aus $V \pm V_r$.

Ein ablaufender Wagen habe an zwei Stellen 1 und 2 des Laufweges die Geschwindigkeiten V_1 und V_2. Die aufgewendeten Beschleunigungsarbeiten zwischen 1 und 2 seien $= A$ und die hemmenden $= B$ auf 1 t Wagengewicht. Dann ist die lebendige Kraft in den beiden Punkten $m V_1^2 : 2$ bzw. $m V_2^2 : 2$ und der Unterschied an Arbeitsvermögen ist

$(m V_2^2 - m V_1^2) : 2$. Dieser mufs gleich der zwischen den beiden Punkten aufgewendeten Arbeit A vermindert um die hemmende B sein.

1) . . . . . $(m V_2^2 - m V_1^2) : 2 = A - B$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}81}{1}} \cdot \sqrt{A - B + \frac{1}{9{,}81 \cdot 2} \cdot V_1^2}.$$

2) . . . . . $V_2 = 4{,}4 \sqrt{A - B + 0{,}05\, V_1^2}$.

In der Formel 2 ist die Drehung der Räder nicht berücksichtigt. Dies hat nur dann Zweck, wenn beachtet wird, dafs diese Wirkung auf einen G-Wagen und einen O-Wagen verschieden ist. Nimmt man den Laufkreishalbmesser als Schwerpunktsabstand des Radreifens von der Radmitte, also etwas zu grofs an, so wird hierdurch die Nichtberücksichtigung der übrigen Radmassen ausgeglichen. Die Schwerpunktsgeschwindigkeit ist dann gleich der Wagengeschwindigkeit V. Auf 1 t Gewicht eines leeren G-Wagens komme $^1/_8$ t Radreifengewicht. Die Arbeitsformeln 1 und 2 ändern sich dann:

3) . $(m V_{g_2}^2 + m V_{g_2}^2 : 8) - (m V_{g_1}^2 + m V_{g_1}^2 : 8) = 2 (A - B)$

4) . . . . . $V_{g_2} = 4{,}2 \sqrt{A - B + 0{,}05\ 8\ V_{g_1}^2}$.

Für einen zweiachsigen etwa 30 t schweren O-Wagen ist das Verhältnis der Radgewichte zum Wagengewicht etwa 1 : 24, und es wird

5) . . . . . $V_{o_2} = 4{,}4 \sqrt{A - B + 0{,}053\ V_{o1}^2}$.

Die Beschleunigungsarbeiten werden, abgesehen von Rückenwind, durch Gefälle und möglicher Weise durch einen Beschleunigungsantrieb geleistet. Die Verzögerungen entstehen durch den reinen Laufwiderstand φ, den Zusatzwiderstand ϱ, den Luftwiderstand W, durch Bremsen und Gegengefälle.

Die Werte φ_g und φ_o können bei der Annahme eines starken Gegenwindes zu 4 bzw. 2 kg/t angenommen werden, weil starker Wind im allgemeinen nicht mit grofser Kälte, welche die Werte φ stark anwachsen lassen kann, zusammenfällt. Der Zusatzwiderstand in Bögen möge nach der Formel

6) . . . . . $\varrho = \frac{650}{R - 55}$

berechnet werden. Das gibt für einen 20 m langen Weichenbogen $\frac{650}{180 - 55} \cdot 20 = \sim 0{,}10$ m/t $= 0{,}1$ m Gefällverlust und den gleichen Betrag für den Gegenbogen hinter der Weiche.

Von grofsem Einflufs ist der Luftwiderstand. Er ändert sich bekanntlich mit dem Quadrat der Luftgeschwindigkeit. Ist z. B. die Wagengeschwindigkeit in zwei Punkten 1 m und 7 m und ist die Gegenwindgeschwindigkeit in beiden Punkten 5 m, so verhalten sich die Luftwiderstände wie $(1 + 5)^2 : (7 + 5)^2 = 1 : 4$. Wenn ein richtiger Mittelwert für den Luftwiderstand auf einer bestimmten Laufweite angenommen wird an Stelle der mit der Wagengeschwindigkeit wechselnden Einzelwerte, so ändert dies allerdings nicht die Laufweite; aber der Verlauf der Zeitlinien würde ungenau werden. Würde man die Widerstandslinien nach den zeichnerischen Verfahren zunächst nur aus Werten φ und ϱ auftragen, daraus die Wagengeschwindigkeiten V ohne Berücksichtigung der noch unbekannten Luftwiderstände zeichnen und nun eine verbesserte Widerstandslinie aus den so gefundenen Wagengeschwindigkeiten und dem Gegenwind auftragen, so würden die Beträge für die Luftwiderstände in dieser Linie zu grofs eingesetzt, weil die Wagengeschwindigkeiten zu grofs angenommen sind. Es fehlt bei diesem im Gegensatz zu folgendem Verfahren an dem festen Punkt, von welchem ausgegangen wird.

Für den Luftwiderstand aus Gegenwind und Wagengeschwindigkeit gelte die Formel

7) . . . . . $W = 0{,}067\ V_r^2$.

Nimmt man das Gewicht eines G-Wagens zu 9 t und die getroffene Fläche zu 7 qm an, so kommt auf 1 t Wagengewicht:

8) . . . . . $W_g = 0{,}067\ V_1^2 \cdot \frac{7}{9} = \sim 0{,}05\ V_r^2$.

Damit der Windschutz durch die in den Richtungsgleisen stehenden Wagen, sofern er nach Messungen nur gering ist, berücksichtigt werde, soll

9) . . . . . $W_g = 0{,}04\ V_r^2$

angenommen werden und der entsprechende Widerstand auf den beladenen offenen Wagen:

10) . . . . . $W_o = W_g : 4$.

Aus den Formeln 4 und 5 bzw. 9 und 10 sind die Zusammenstellungen I und II berechnet.

Die Widerstände aus $\varphi_g + W_g$ und $\varphi_o + W_o$ lassen sich für die verschiedenen Wagengeschwindigkeiten aus II zu einer Zusammenstellung III abschreiben: φ_g sei $= 4$ kg/t und $\varphi_o = 2$ kg/t. Die Geschwindigkeit des Gegenwindes sei durchweg 5 m. Bei 1 m Wagengeschwindigkeit und 5 m Gegenwindgeschwindigkeit

Zusammenstellung I.

n	G-Wagen $4{,}2\sqrt{n}$	O-Wagen $4{,}4\sqrt{n}$	n	G-Wagen $4{,}2\sqrt{n}$	O-Wagen $4{,}4\sqrt{n}$	n	G-Wagen $4{,}2\sqrt{n}$	O-Wagen $4{,}4\sqrt{n}$	n	G-Wagen $4{,}2\sqrt{n}$	O-Wagen $4{,}4\sqrt{n}$
0,05	$_{42}0{,}91$	$_{41}0{,}98$	0,70	$_{123}{,}52$	$_{133}{,}68$	1,7	$_{165}{,}47$	$_{175}{,}73$	3,0	$_{127}{,}28$	$_{137}{,}62$
0,10	$_{29}1{,}33$	$_{31}1{,}39$	0,75	$_{123}{,}64$	$_{123}{,}81$	1,8	$_{165}{,}63$	$_{165}{,}90$	3,1	$_{127}{,}40$	$_{127}{,}75$
0,15	$_{26}1{,}62$	$_{26}1{,}70$	0,80	$_{123}{,}76$	$_{123}{,}93$	1,9	$_{155}{,}79$	$_{166}{,}06$	3,2	$_{127}{,}52$	$_{127}{,}87$
0,20	$_{22}1{,}88$	$_{24}1{,}96$	0,85	$_{113}{,}88$	$_{124}{,}05$	2,0	$_{155}{,}94$	$_{156}{,}22$	3,3	$_{127}{,}64$	$_{127}{,}99$
0,25	$_{20}2{,}10$	$_{21}2{,}20$	0,90	$_{113}{,}99$	$_{124}{,}17$	2,1	$_{146}{,}09$	$_{156}{,}37$	3,4	$_{117}{,}76$	$_{128}{,}11$
0,30	$_{18}2{,}30$	$_{19}2{,}41$	0,95	$_{104}{,}10$	$_{114}{,}29$	2,2	$_{146}{,}23$	$_{156}{,}52$	3,5	$_{117}{,}87$	$_{128}{,}23$
0,35	$_{17}2{,}48$	$_{18}2{,}60$	1,00	$_{214}{,}20$	$_{224}{,}40$	2,3	$_{146}{,}37$	$_{146}{,}67$	3,6	$_{117}{,}98$	$_{128}{,}35$
0,40	$_{16}2{,}65$	$_{17}2{,}78$	1,1	$_{194}{,}41$	$_{204}{,}62$	2,4	$_{136}{,}51$	$_{146}{,}81$	3,7	$_{118}{,}09$	$_{118}{,}47$
0,45	$_{15}2{,}81$	$_{15}2{,}95$	1,2	$_{184}{,}60$	$_{204}{,}82$	2,5	$_{136}{,}64$	$_{146}{,}95$	3,8	$_{108}{.}20$	$_{118}{,}58$
0,50	$_{15}2{,}96$	$_{15}3{,}10$	1,3	$_{184}{,}78$	$_{185}{,}02$	2,6	$_{136}{,}77$	$_{147}{,}09$	3,9	$_{108}{,}30$	$_{118}{,}69$
0,55	$_{14}3{,}11$	$_{15}3{,}25$	1,4	$_{174}{,}96$	$_{185}{,}20$	2,7	$_{136}{,}90$	$_{137}{,}23$	4,0	8,40	8,80
0,60	$_{14}3{,}25$	$_{14}3{,}40$	1,5	$_{175}{,}13$	$_{185}{,}38$	2,8	$_{137}{,}03$	$_{137}{,}36$			
0,65	$_{13}3{,}39$	$_{14}3{,}54$	1,6	$_{175}{,}30$	$_{175}{,}65$	2,9	$_{127}{,}16$	$_{137}{,}49$			

Zusammenstellung II.

V_1	1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0
W_g	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,2	6,8	7,3	7,8	8,4	9,0
W_o	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2

Zusammenstellung III (Gegenwind 5 m).

Wagengeschwindigkeit V = .	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
G-Wagen : $4\,K_g + W_g$ . . .	5,4	5,7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,3	9,8	10,2	10,8	11,3	11,8	12,4	13,0
O-Wagen : $2\,K_g + W_o$ . . .	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3

ist die relative Luftgeschwindigkeit $V_r = 1 + 5 = 6$ m, und dafür ist der Widerstand W_g nach II = 1,4 kg; demnach $\varphi_g + W_g = 5{,}4$ kg. Für $V_l = 1{,}5$ ist $\varphi_g + W_g = 5{,}7$ kg usw. Wenn durch die Wagen selbst oder durch sonstigen Windschutz sich die Windstärke von einer Stelle an erheblich ändert, so kann für die Untersuchung von hier an die Zusammenstellung III durch eine zweite ergänzt werden, z. B. für Gegenwind von 3 m, die ebenfalls ohne weiteres aus II niedergeschrieben werden kann.

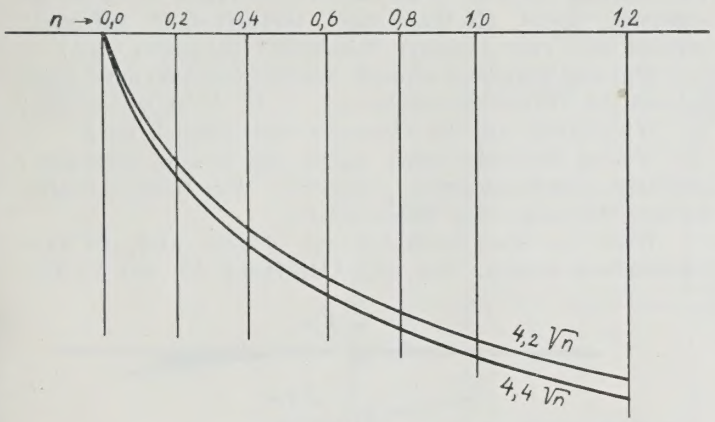


Abb. 1.

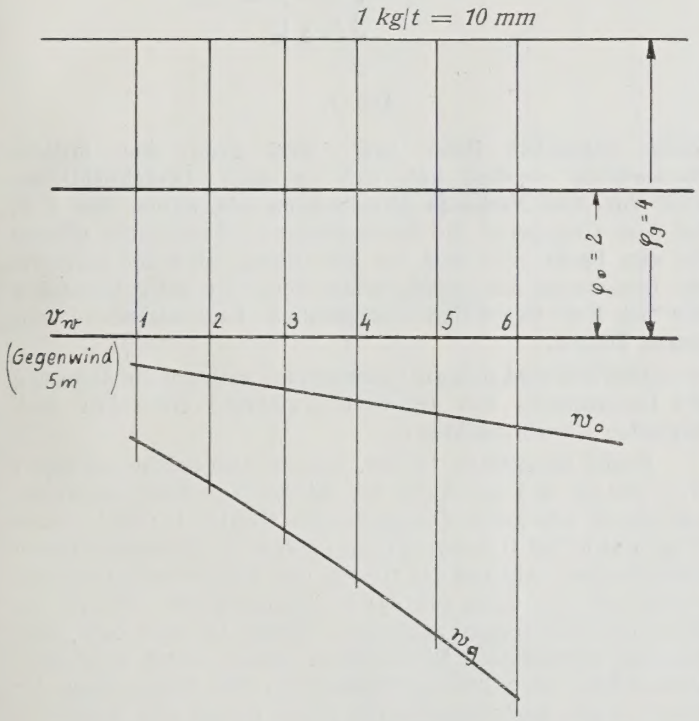


Abb. 2.

Wer lieber mit bildlichen Darstellungen arbeitet, kann sich aus einigen wenigen, den Zusammenstellungen entnommenen Punkten die ihnen entsprechenden Kurven durch eine stetige Verbindung dieser Punkte aufzeichnen, deren Anfang in den Abb. 1 und 2 angegeben ist.

Anwendung.

Die Laufwiderstände seien $\varphi_g = 4$ kg und $\varphi_o = 2$ kg/t, Gegenwind 5 m, Ablaufgeschwindigkeit 0,9 m. Man zeichne die Steilrampe im Mafstab l = 1 : 500 und h = 1 : 50 heraus, wie in Abb. 3 im kleineren Mafsstab angedeutet, greife die Höhen ab und zähle sie zur Nachprüfung zusammen.

Für die rechnerische Prüfung wird der Vermerk zu machen sein: Ungenauigkeiten von V und t bis zu 0,1 m oder 0,1 Sek. sind zulässig. Nach dem Längenschnitt in der Abb. 3 ist dann

V_{g_0} 0,9

$$V_{g_9} = 4{,}2\sqrt{0{,}26 - \frac{9.5{,}7}{1000} + 0{,}058\,.\,0{,}9^2} = 4{,}2\,\sqrt{0{,}26^2} = 2{,}1$$

$$t = \frac{2\,.\,9}{0{,}9 + 2{,}1} = 6 \text{ Sek.}$$

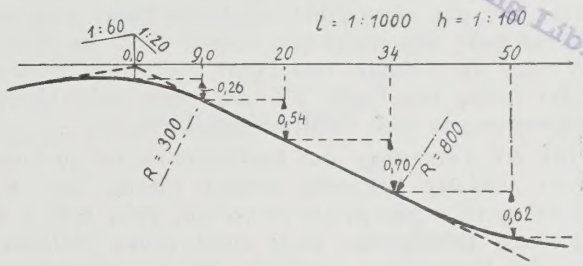


Abb. 3.

Die Geschwindigkeit V_{g_9} war zunächst geschätzt, etwa auf 3 m. Die mittlere Geschwindigkeit zwischen den Punkten 0 und 9 war dann $\frac{0{,}9 + 3{,}0}{2} = \sim 2{,}0$ m und demnach der Luftwiderstand nach III = 6 kg/t. Die Ausrechnung ergab $V_{g_9} = 2{,}1$ m. Demnach ist die mittlere Geschwindigkeit $\frac{0{,}9 + 2{,}1}{2} = 1{,}5$ m/Sek. und der Widerstand 5,7 statt 6,0. Das Ergebnis $V_{g_9} = 2{,}1$ blieb aber. Vom Fufs der Rampe an ist der Wechsel der Geschwindigkeiten klein. Daher kann dann der mittlere Laufwiderstand so annähernd richtig geschätzt werden, dafs er meist keiner Korrektur mehr bedarf. Der Wert für $4{,}2\,\sqrt{0{,}26}$ ist aus I entnommen. In ähnlicher Weise wird gefunden:

$$V_{g\,20} = 4{,}2\,\sqrt{0{,}54 - 11\,.\,6{,}5 + 0{,}26} = 4{,}2\,\sqrt{0{,}73} = 3{,}6$$

$$t = \frac{2\,.\,11}{2{,}1 + 3{,}6} = 3{,}9//9{,}9.$$

Der Nenner 1000 ist von hier ab fortgelassen. Der Wert für $0{,}058\,V_g^2$ ist von hier ab die Zahl unter den $\sqrt{\ }$ Zeichen der jeweils vorigen Gleichung; er bedarf also keiner Berechnung mehr, denn es ist allgemein $v = \sqrt{2\,g\,h} = \sqrt{2\,g}\sqrt{h}$. Unter Berücksichtigung der Drehung der Räder ist hier $\sqrt{2\,g} = 4{,}2$ und $\frac{1}{2\,g} = 0{,}058$. In der Gleichung $v_{g_9} = 4{,}2\,\sqrt{0{,}26} = \sqrt{2\,g}\sqrt{h}$ mufs demnach 0,26 die gedachte Fallhöhe h_q bedeuten, d. h. diejenige Fallhöhe, welche allen beschleunigenden und hemmenden Arbeiten einschliefslich des wirklichen Gefälles entspricht, die bis zum Punkt 9 auf den Wagen eingewirkt haben. Allgemein ist $h = \frac{1}{2\,g}\,.\,v^2$, also $h_9 = \frac{1}{2\,g}\,v_{g_9}^2$. Nun

Engineering Library

ist aber, wie nachgewiesen wurde, h_9 und somit $\frac{1}{2g} v_{g_9}^2$ in der Gleichung für $v_{g_{20}}$ der Ausdruck unter dem $\sqrt{}$ Zeichen in der Gleichung $v_{g_9} = 4{,}2\sqrt{0{,}26}$.

$$V_{g\,34} = 4{,}2\sqrt{0{,}70 - 14 \cdot 7{,}2 + 0{,}73} = 4{,}2\sqrt{1{,}33} = 4{,}8$$

$$t = \frac{2 \cdot 14}{3{,}6 + 4{,}8} = 3{,}3 // 13{,}2$$

$$V_{g\,50} = 4{,}2\sqrt{0{,}62 - 0{,}10 - 16 \cdot 8{,}1 + 1{,}33} = 4{,}2\sqrt{1{,}72} = 5{,}5$$

$$t = \frac{2 \cdot 16}{4{,}8 + 5{,}5} = 3{,}1 // 16{,}3$$

0,1 ist der Widerstand eines Weichenbogens.

Die Laufzeiten t unter den schrägen Strichen // sind die Gesamtlaufzeiten von Punkt o bis zum untersuchten Punkt, z. B. 13,2 + 3,1 = 16,3. Dies erleichtert die genaue Auftragung der Laufzeitlinien.

Die Teilstrecken sind, je näher dem Gipfel, umso kürzer zu nehmen. Vom Rampenfuſs an werden sie zweckmäſsig zu 50 m angenommen. Die Laufzeitlinie zwischen dem Haltepunkt und dem vorletzten Punkt wird freihändig gezogen. Ein Teil einer Laufzeitlinie läſst sich vielfach für eine zweite Laufzeitlinie desselben Wagens auf verändertem Profil benutzen. Angenommen, das erste Profil ergebe in Punkt 250 dieselbe Geschwindigkeit, wie ein zweites höheres Profil im Punkt 280. Der Verlauf der Zeitlinie vom Punkt 280 an ist dann gleich dem der ersten vom Punkt 250 an, wenn nicht hinter 280 noch Krümmungen oder Gefällwechsel liegen.

Bei der Auswertung der Laufzeitlinien ist zu beachten, daſs die absoluten Zeitwerte weniger wichtig sind, als die Vergleichswerte, welche gewonnen werden, wenn man z. B. für verschiedene Ablaufprofile unter sonst genau gleichen Annahmen die Laufzeitlinien ermittelt. Sie zeigen das vergleichsweise günstigste Profil. Dabei kommt es nicht sehr darauf an, ob die Werte φ_g und φ_0 zu 4 und 2 kg oder zu 5 und 2,5 kg angenommen werden, oder ob die Luftwiderstände nach der Formel $W = 0{,}04$ oder $0{,}05\ V_l^2$ berechnet werden. Das Profil, welches für die kleineren Werte am günstigsten ist, wird es auch für die etwas gröſseren sein. Wichtig ist aber eine genaue Ermittlung der Zeitlinien an Hand der einmal gemachten Annahmen und Formeln, damit sie genauen Aufschluſs über die Wirkung auch kleiner Änderungen, z. B. des Längenprofils, geben.

Aus dem gleichen Grunde kann man auch auf die Eintragung der Pufferabstandslinien neben den Laufzeitlinien verzichten, zumal weil sie die Übersicht beeinträchtigen und für die vergleichsweise Auswertung nicht geeigneter sind als die ursprünglichen Zeitlinien. Im übrigen handelt es sich genau genommen weniger um die Pufferabstandslinien, als um die Feststellung, welche Zeit noch zum Umstellen einer Weiche, bei welcher die Zeitlinien sich nahe kommen, übrig bleibt. Das Umstellen einer Weiche kann beginnen, sobald die letzte Achse des Vorläufers die Zungenwurzel verlassen hat und muſs beendet sein, wenn die erste Achse des Nachläufers die Zungenspitzen erreicht. In der Abb. 4 stellen die geneigten Linien die Laufzeitlinien dar. Die Zungen von der Länge l werden frei, wenn der Vorläufer mit dem Achsabstand s, angedeutet durch die zwei Radkreise, die Stelle 1 erreicht hat. In diesem Augenblick befindet sich die Mitte des Nachläufers im Punkt 2. Die Weiche muſs umgestellt sein, wenn er die Stelle 3 erreicht hat. Die Laufzeit z des Nachläufers zwischen 2 und 3 ist die für das Umstellen verbleibende Zeit.

Mit der formell richtigen Ermittlung der Laufzeitlinien ist allerdings noch nicht viel getan. Es wäre z. B. nicht richtig, für einen bestehenden Ablaufberg etwa unter der Annahme von 5 m Gegenwind Zeitweglinien zu zeichnen und aus ihnen zu folgern, daſs die vorhandene Berghöhe nicht zweckmäſsig sei. Das wäre ebenso verfehlt, als wenn jemand eine Brücke berechnete, bevor über ihre lichte Weite entschieden ist. Es sind zuvor eingehende Überlegungen und sorgfältige örtliche Feststellungen notwendig, etwa in folgender Richtung:

Entstehen gröſsere Störungen durch Gegenwind oder durch Kälte?

An wieviel Tagen im Jahr muſs eine Lokomotive zum Beidrücken der Wagen eingestellt werden?

An wieviel Tagen müssen einige Gleise auſser Betrieb gesetzt werden, weil die Schwerläufer sie kaum mehr erreichen?

Wie groſs ist an diesen Tagen der aus der Fallhöhe und Laufweite leicht zu ermittelnde durchschnittliche Laufwiderstand $\varphi + W$ der Schwerläufer nach Abzug der Kurvenwiderstände ϱ?

In welchem Grade ist eine durch Versuche festgestellte Verbesserung möglich, wenn mehrere G-Wagen in einem der äuſsersten Gleise als Windschutz vorübergehend aufgestellt werden, oder wenn sonstiger Windschutz geschaffen wird?

Was wird betrieblich erreicht, wenn Schwerläufer unter gleich ungünstigen Witterungsverhältnissen z. B. 50 m weiterliefen?

Wie wirken sich die Störungen wirtschaftlich aus?

Welche Nachteile stehen dabei dem Gewinn gegenüber? (Stärkere Drucklokomotive, Steigerung der Rangierschäden, stärkere Abnutzung der Bremsmittel).

Wenn ein Rangierbahnhof gut geleitet wird, so kann angenommen werden, daſs der Ablaufberg die den Verhältnissen angepaſste Höhe hat. Erst wenn eine örtliche Nachprüfung ergeben hat, daſs es unter Berücksichtigung aller Vor- und Nachteile wirtschaftlich sein würde, daſs z. B. bei 5 m Gegenwind die Schwerläufer in bestimmten Gleisen bis zum Punkt 350 statt bis 300 liefen, so würde hier erst die Berechnung der erforderlichen Berghöhe unter Benutzung der bei 5 m Gegenwind festgestellten Laufwiderstände einsetzen können.

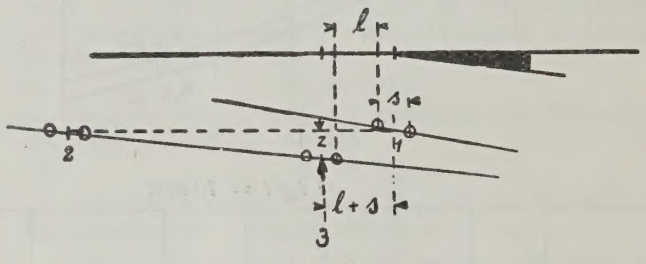


Abb. 4.

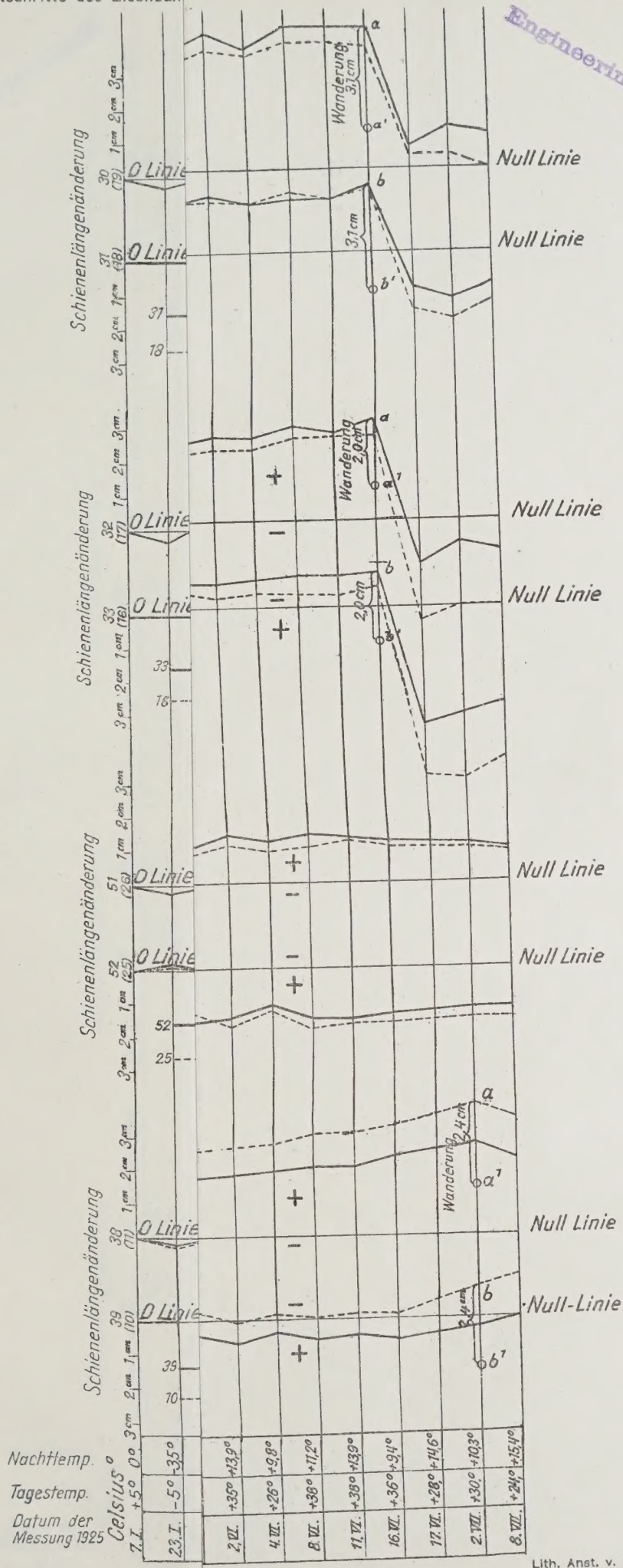
Meistens wird sich die Untersuchung auch auf die Änderung des Längenprofils und der Gleisentwicklung erstrecken nach folgenden Gesichtspunkten:

Steiles Berggefälle (1 : 20), scharfe Ausrundung am Gipfel (r = 300 m) und am Fuſse der Rampe (r = 800), daran anschlieſsend schwaches durchgehendes Gefälle (1 : 800), damit Wagen nicht bei Gegenwind oder infolge von Gleisunebenheiten zurücklaufen. Abstand des Gipfels von der ersten Verteilungsweiche 20 m. Gleis auf der Steilrampe gerade und auf die Mitte der Gleisgruppe zulaufend. Gleise in zwei oder mehr Bündeln entwickeln. Die äuſseren Gleise zuerst abzweigen. Hemmschuh- oder sonstige Bremsen in die Stammgleise der Bündel legen. Richtungsgleise in ganzer Länge, oder wenigstens im ersten Drittel gerade, abgesehen von den Entwicklungsbögen.

Die angegebenen Zahlen sollen natürlich nur einen Anhalt geben. Nach einer Untersuchung im Organ f. F. 1926, S. 204, letzter Abschnitt, kann der Ausrundungshalbmesser am Gipfel 200 m sein. Mit Rücksicht auf unvermeidliche Ungenauigkeiten wird r = 300 m anzunehmen sein.

Wenn die Rampe ein Gefälle, welches als höchstens zu-

Engineering Library



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Zum Aufsatz: Experimentelle Grundlagen der Thermit - Schienenschweißung auf freier Strecke.

Engineering Library

Abb. 1. Schiene 60 m lang im Gleis eingebaut, befahren.

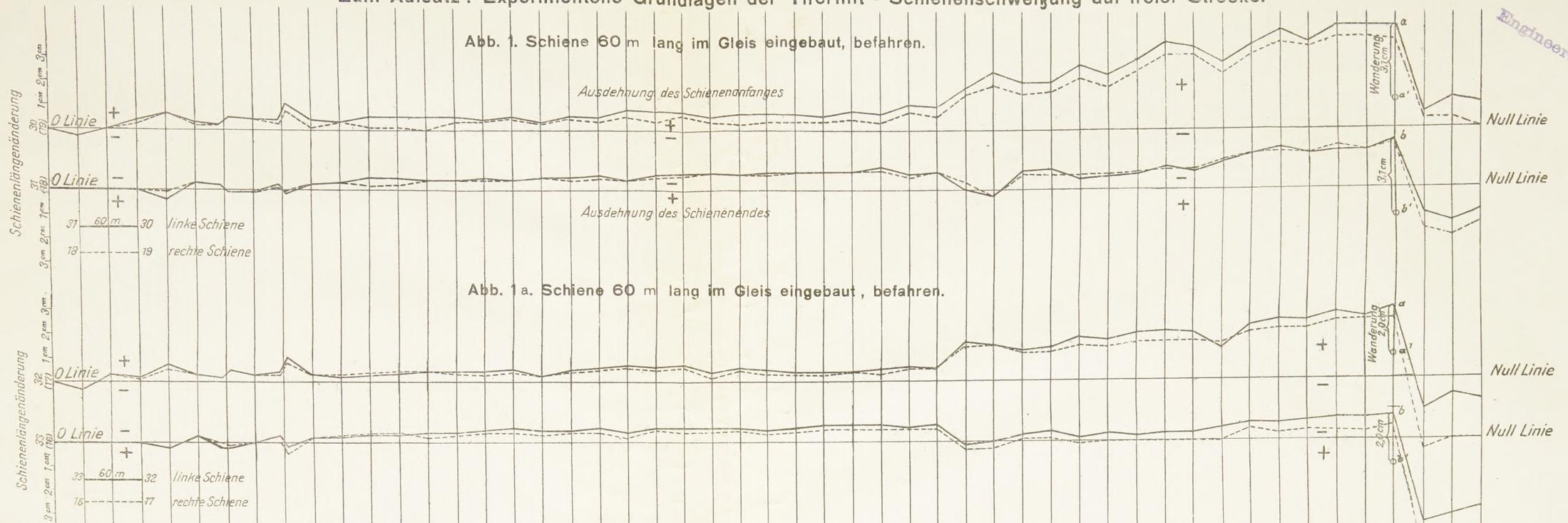


Abb. 1a. Schiene 60 m lang im Gleis eingebaut, befahren.

Abb. 2. Schiene 60 m lang auf Walzenunterlage, frei beweglich, nicht befahren.

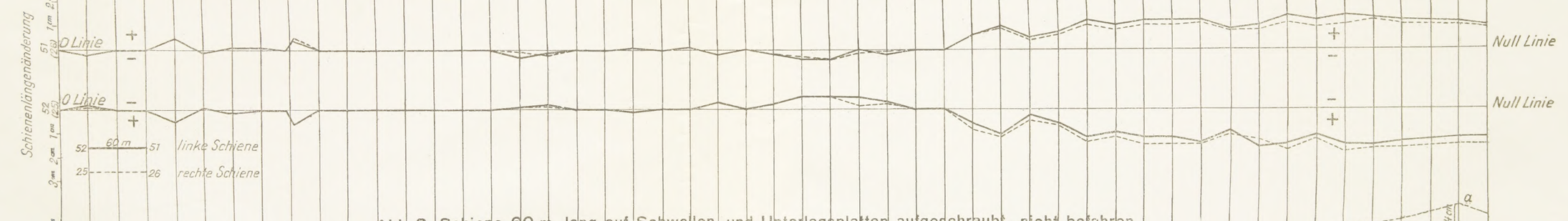
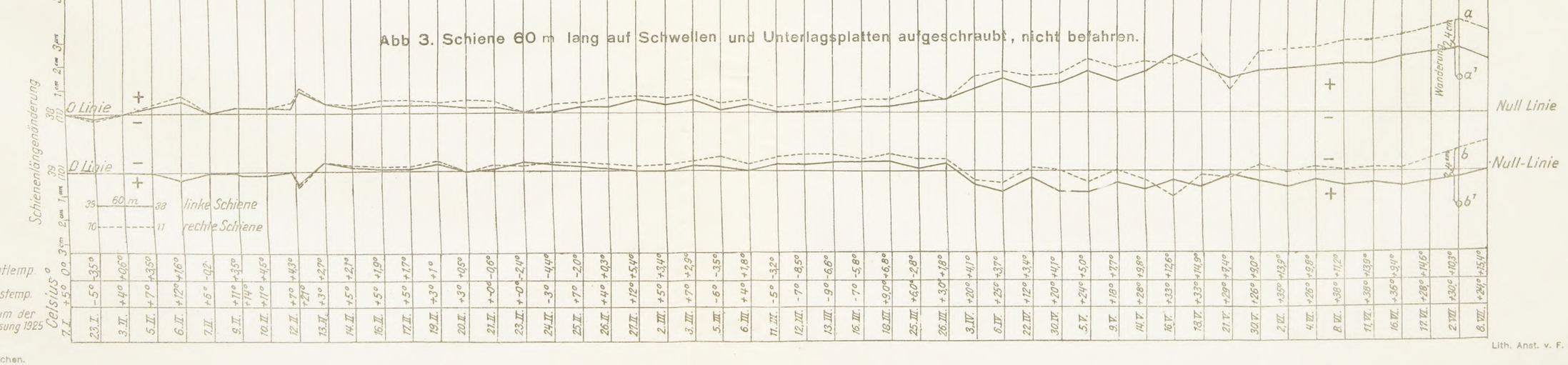
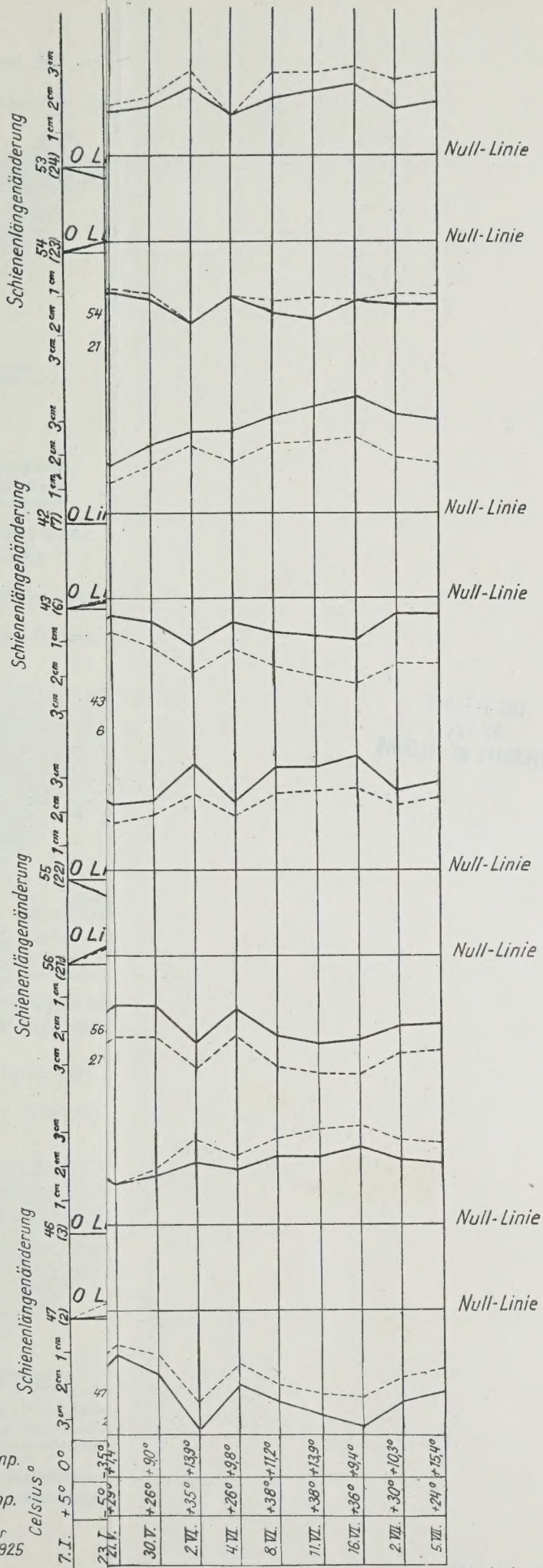


Abb 3. Schiene 60 m lang auf Schwellen und Unterlagsplatten aufgeschraubt, nicht befahren.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Experimentelle Grundlagen der Thermit-Schienenschweißung auf freier Strecke.

Abb. 1. Schiene 84 m lang auf Walzenunterlage, frei beweglich, nicht befahren.

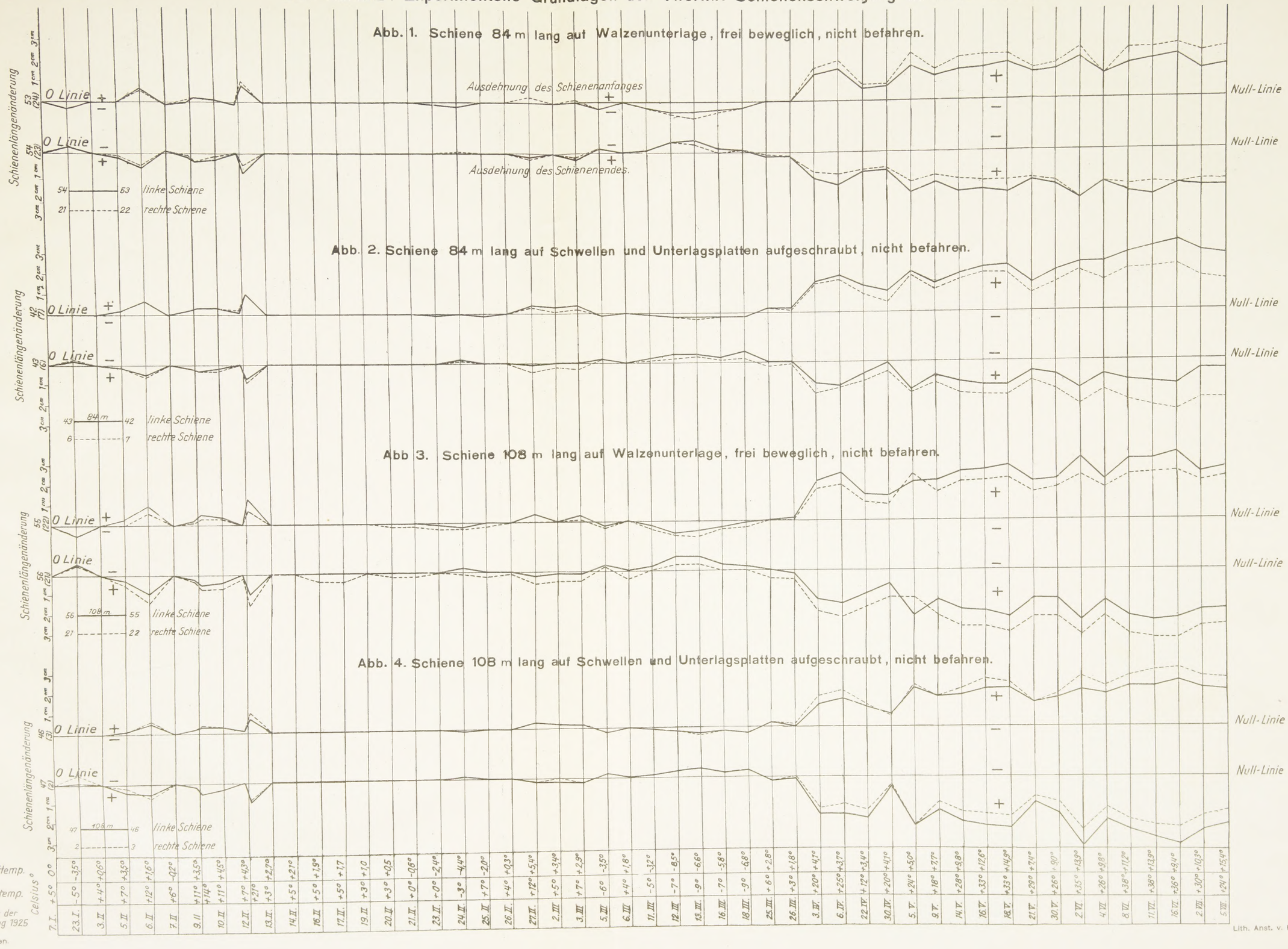


Abb. 2. Schiene 84 m lang auf Schwellen und Unterlagsplatten aufgeschraubt, nicht befahren.

Abb 3. Schiene 108 m lang auf Walzenunterlage, frei beweglich, nicht befahren.

Abb. 4. Schiene 108 m lang auf Schwellen und Unterlagsplatten aufgeschraubt, nicht befahren.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Engineering Library

Abb. 1 a. Schiene 60 m lan

Linke Schiene (31 - 30.)

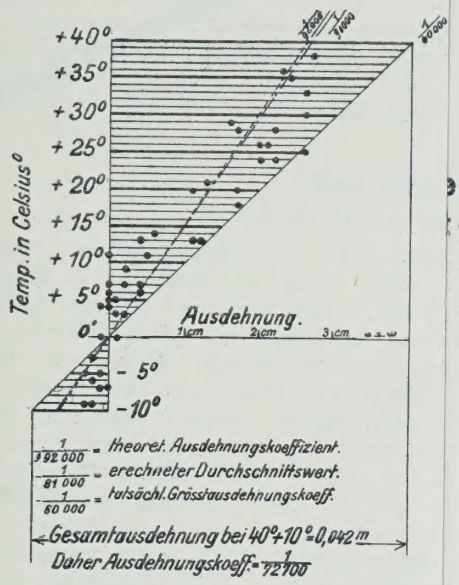


Abb 4. Schiene 84 m lang au en.

Linke Schiene (5

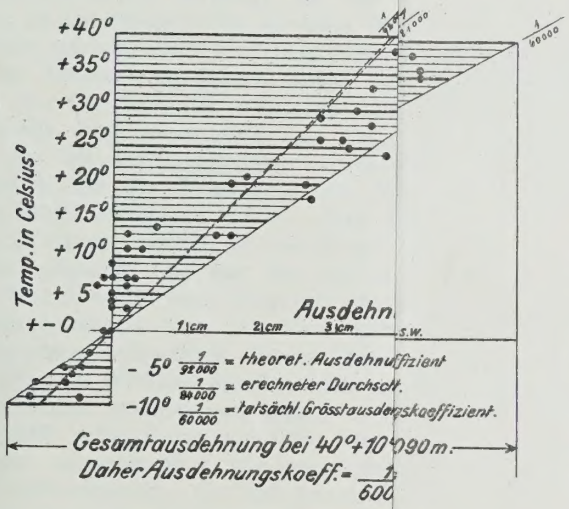
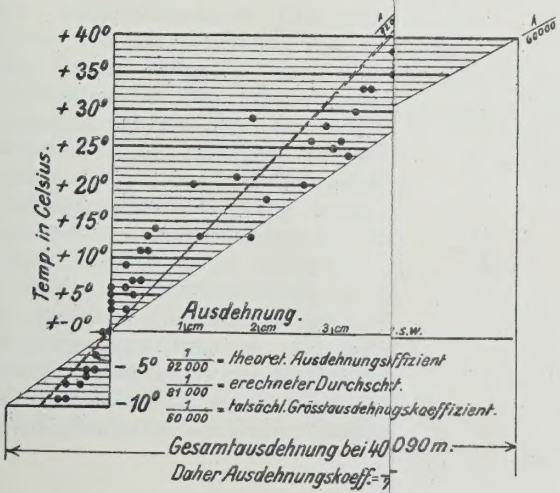
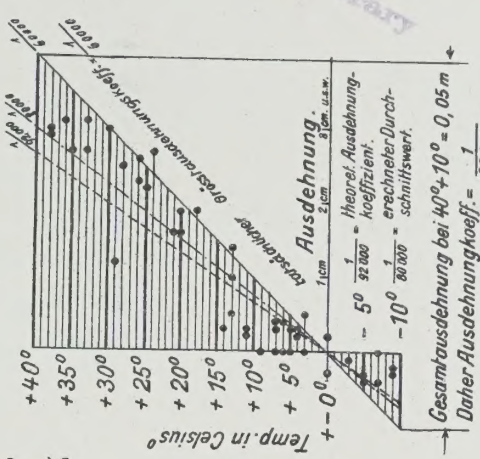


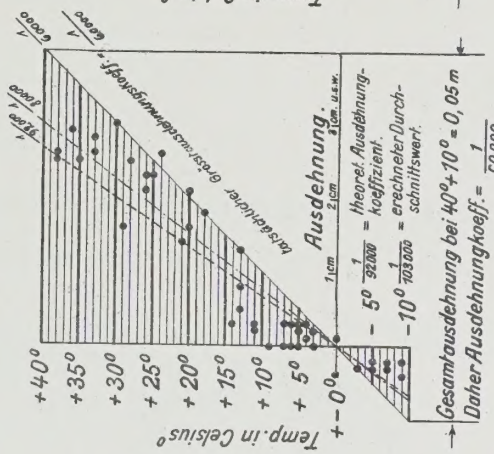
Abb 5. Schiene 84 m lang auf Sch nicht befahren.

Linke Schiene (43

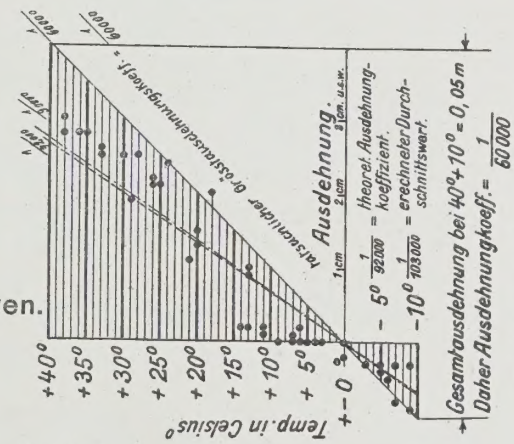




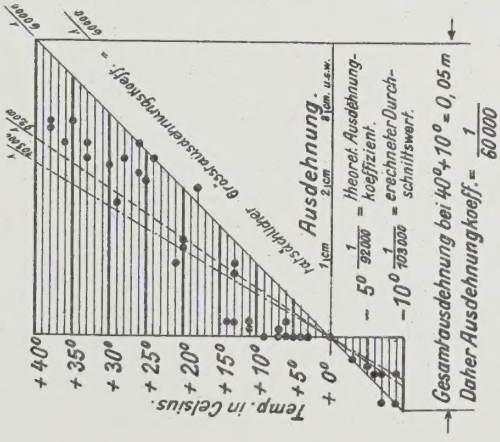
Rechte Schiene (10 - 11.)



Linke Schiene (39 - 38.)



Rechte Schiene (25 - 26.)



Linke Schiene (52 - 51.)

Abb. 2. Schiene 60 m lang auf Walzenunterlage, frei beweglich, nicht befahren.

Abb. 3. Schiene 60 m lang auf Schwellen und Unterlagsplatten aufgeschraubt, nicht befahren.

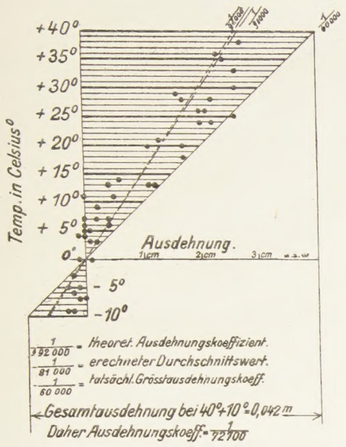
C. W. Kreidels Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Engineering Library

Abb. 1 a. Schiene 60 m lang im Gleis eingebaut, befahren.

Linke Schiene (31 - 30.)



Rechte Schiene (18 - 19.)

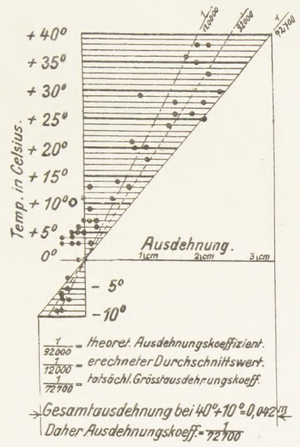
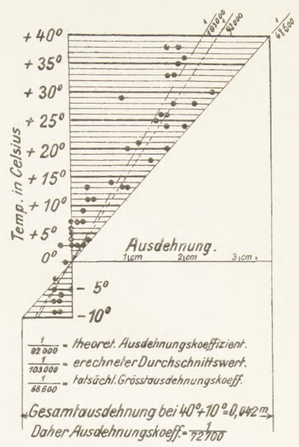
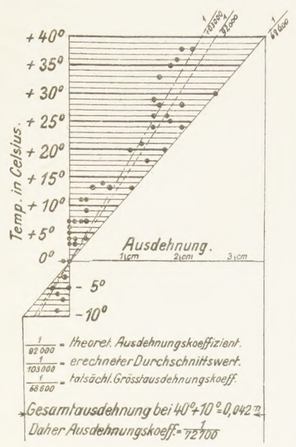


Abb. 1. Schiene 60 m lang im Gleis eingebaut, befahren.

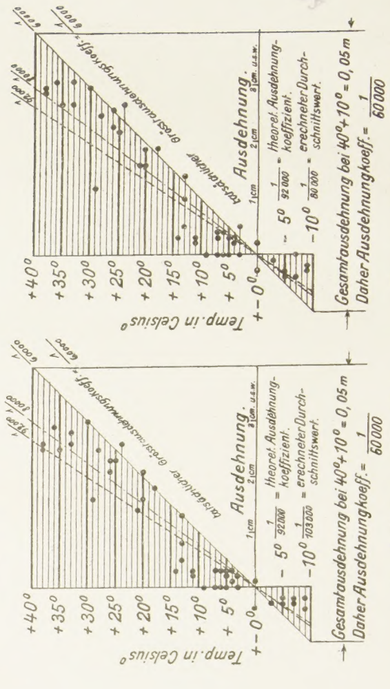
Linke Schiene (33 - 32.)



Rechte Schiene (16 - 17.)



Zum Aufsatz: Experimentelle Grundlagen der Thermit-Schienenschweißung auf freier Strecke.



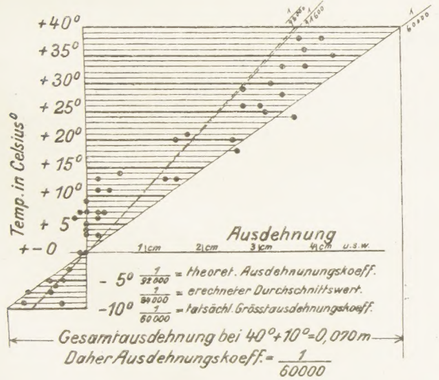
Rechte Schiene (10 - 11.)

Linke Schiene (39 - 38.)

Abb. 3. Schiene 60 m lang auf Schwellen und Unterlagsplatten aufgeschraubt, nicht befahren.

Abb 4. Schiene 84 m lang auf Walzenunterlage, frei beweglich, nicht befahren.

Linke Schiene (54 - 53.)



Rechte Schiene (23 - 24.)

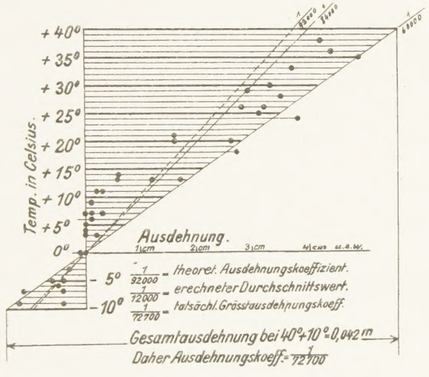
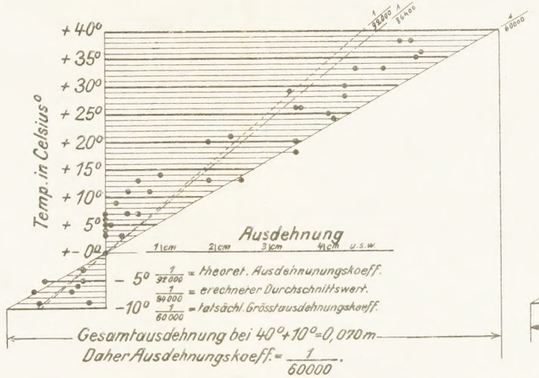
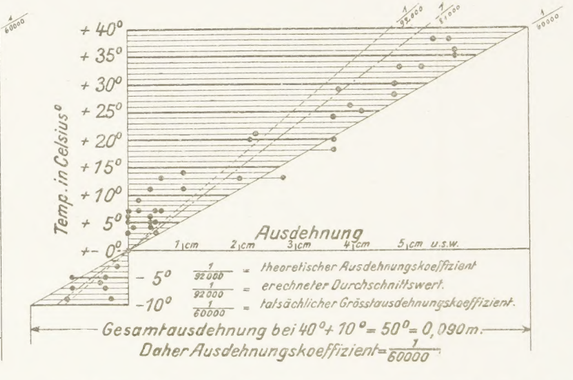


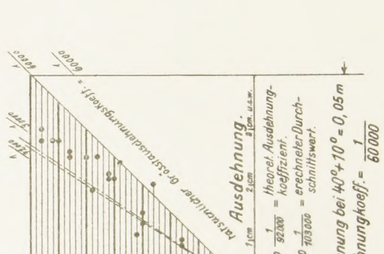
Abb. 6. Schiene 108 m lang auf Walzenunterlage, frei beweglich, nicht befahren.

Linke Schiene (56 - 55.)



Rechte Schiene (21 - 22.)



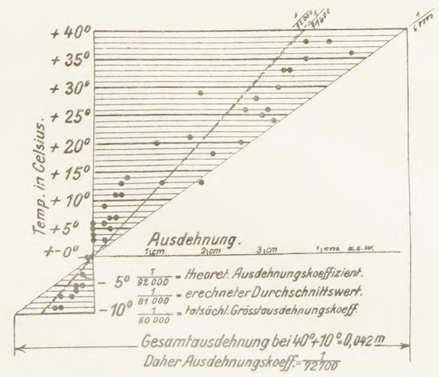


Rechte Schiene (25-26.)

Abb. 2. Schiene 60 m lang auf Walzenunterlage, frei beweglich, nicht befahren.

Abb 5. Schiene 84 m lang auf Schwellen und Unterlagsplatten aufgeschraubt, nicht befahren.

Linke Schiene (43 - 42.)



Rechte Schiene (6 - 7.)

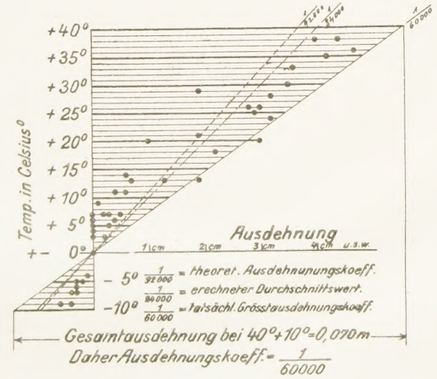
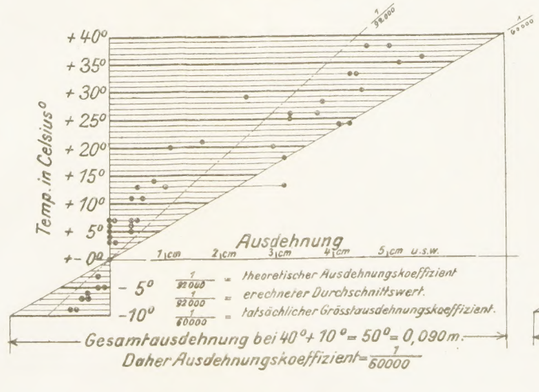
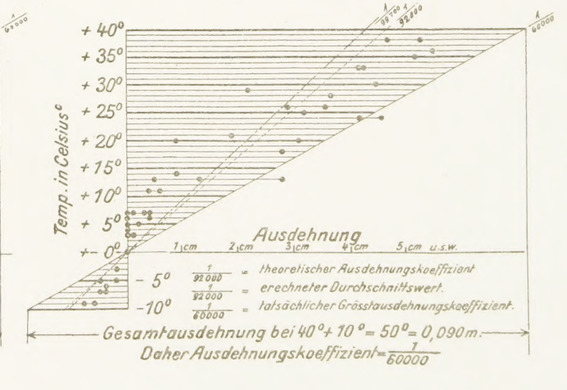


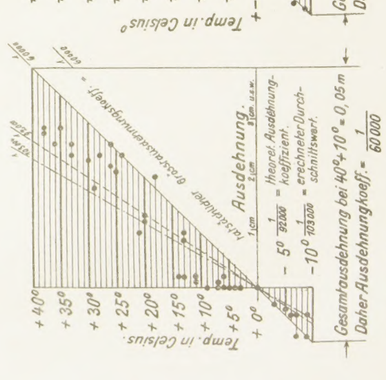
Abb. 7. Schiene 108 m lang auf Schwellen und Unterlagsplatten aufgeschraubt, nicht befahren.

Linke Schiene (47 - 46.)



Rechte Schiene (2 - 3.)





Linke Schiene (52 - 51.)

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

lässig angesehen wird, erhält, so kann ein »Winterberg« nur durch Abrückung des Ablaufpunktes von den Verteilungspunkten angelegt werden. Ferner wird die Gleisentwicklung von zwei Ablaufgleisen aus länger. Diese Umstände sprechen gegen einen Winterberg. Wenn also eine durchgreifende Änderung in Frage kommt, wird die Beseitigung eines etwa vorhandenen Winterberges zu erwägen sein. Wie weit diesen Gesichtspunkten bei der Änderung einer bestehenden Anlage mit Rücksicht auf die Umbaukosten Rechnung getragen werden kann, ist eine wirtschaftliche Frage.

Für Neuanlagen gelten die gleichen Gesichtspunkte. Die wirtschaftliche Frage tritt hier insoweit zurück, als ein Rangierbahnhof mit zweckmäfsigem Profil und guter Gleisentwicklung nicht mehr kostet, als ein fehlerhaft angelegter, abgesehen von der Zahl der Stammgleise, weil sich nach ihr die Zahl der Bremsen richtet.

Engineering Library

Der neue Rotgufs R 5 im Eisenbahnbetrieb.

Von Dr. **Kühnel** und Dr. **Marzahn**, Reichsbahnräten im Eisenbahn-Zentralamt.

Über die Eigenschaften und den Aufbau von Rotgufs finden sich im Schrifttum eine ganze Reihe von Mitteilungen, die jedoch für den besonderen Zweck des Eisenbahnbetriebes nicht verwertbar sind. Zur Zeit besteht auch allgemein wohl noch die Erscheinung, dafs die Konstrukteure über die wirklichen Eigenschaften von Rotgufs bzw. Bronzelegierungen keine näheren Unterlagen besitzen, infolgedessen lediglich Rotgufs oder Bronze vorschlagen und den Erzeugern die Wahl der Legierungen überlassen. Damit ergeben sich aber auch für den Hersteller Schwierigkeiten, da ihm die Art der Beanspruchung meist nicht bekannt ist und der Konstrukteur keine Angaben über Festigkeit, Härte, Abnutzungsbeständigkeit usw. gemacht hat. Im Reichsbahnbetrieb wird seit Kriegsende eine Einheitslegierung von der Zusammensetzung 85 Cu, 9 Sn, 6 Zn verwandt. Diese Legierung wurde offenbar auf Grund älterer Erfahrungen gewählt, weil sie nach ihrer Zusammensetzung die Eigenschaften in sich vereinigt, die sie sowohl für die Verwendung zu Ausrüstungsteilen als auch für Gleitstücke und Lager geeignet machen. Nähere Angaben über die mechanischen Eigenschaften fanden sich jedoch bisher auch nicht. Nun stellte sich aber im Laufe der folgenden Jahre heraus, dafs diese Legierung zwar mechanisch den Ansprüchen genügte, dafs sich aber bei der Herstellung verschiedene Schwierigkeiten ergaben, die die Zweckmäfsigkeit dieser Zusammensetzung zweifelhaft erscheinen liefsen. Eine dieser Schwierigkeiten wurde in Zusammenarbeit mit den Metallhütten verhältnismäfsig schnell erkannt. Es war dies eine Anreicherung des Schwefels, die genau wie beim Gufseisen während der Kriegsjahre dadurch entstanden war, dafs Neumetalle nicht mehr in den Fertigungsgang eingeführt werden konnten. Nachdem aber die schädliche Wirkung des Schwefels erkannt und sein Nachweis im Gefüge möglich war, gelang es den Hütten bald, den im Altstoff vorhandenen Schwefel bei der Umhüttung wieder auf ein normales Mafs herabzudrücken, so dafs seit etwa 1923 Schwierigkeiten, die auf diesen Umstand zurückzuführen sind, nachgelassen haben. Vornehmlich beim Armaturengufs zeigten sich jedoch bei vielen Eisenbahngiefsereien weiterhin Schwierigkeiten derart, dafs die aus dem Einheitsrotgufs hergestellten Stücke sich bei der Prüfung als nicht dicht erwiesen. Gemeinschaftliche Untersuchungen der Versuchsgiefserei in Brandenburg-West und der Mechanischen Versuchsanstalt liefsen vermuten, dafs die Ursache dieses ungünstigen Verhaltens in dem langen Erstarrungsweg liegt, den diese Legierung aufweist und der sich etwa über 250° erstreckt. Während dieser Zeit liegt bereits festes und noch flüssiges Material im Aufbau nebeneinander und unter der bereits auftretenden Schrumpfwirkung treten Verschiebungen der festen Bestandteile gegeneinander ein, die der späteren Dichtigkeit wahrscheinlich nicht zuträglich sind. Es kam weiter hinzu, dafs die Einheitslegierung ziemlich hoch zinnhaltig ist und der Preis des Zinns in den letzten Jahren seit Kriegsende gewaltig angestiegen ist. Da der Bedarf an Rotgufs verhältnismäfsig hoch ist, so war die Reichsbahn gezwungen, grofse Mengen von Geld im Rotgufs festzulegen. Es lag nun nahe, einmal die Eigenschaften von Kupfer-Zinn-Zink-Legierungen ähnlicher Zusammensetzung zu ermitteln, um festzustellen, ob nicht bei einer zinnärmeren Legierung mit einem geringeren Erstarrungsintervall doch ähnliche mechanische Eigenschaften zu erreichen wären, die mit denen des Einheitsrotgusses noch in Wettbewerb treten könnten. Selbst wenn es gelang, den Rotgufs in seinem Zinngehalt nur um etwa 2 bis 3 % zu drücken, so mufsten die sich hieraus ergebenden Ersparnisse Beträge annehmen, die sich über mehrere hunderttausend Mark im Jahre erstrecken. Die Mechanische Versuchsanstalt des Eisenbahn-Zentralamts hat daher im Jahre 1923 mit planmäfsiger Durchforschung des Gebiets der Kupfer-Zinn-Zink-Legierungen in Nachbarschaft des Einheitsrotgusses begonnen, über deren Ergebnisse nachstehend berichtet sei.

Zur Durchführung dieser Versuche wurden in der Kupferecke des ternären Schaubildes Kupfer-Zink-Zinn planmäfsig eine Reihe von Legierungen, welche dem Einheitsrotgufs Rg 9 nahe standen, hergestellt. Diese Schmelzungen wurden durch die chemische Analyse auf ihre Zusammensetzung und die vorhandenen Verunreinigungen hin nachgeprüft, desgleichen wurden ihre mechanische Eigenschaften und ihr Gefügeaufbau geprüft. Von jeder Schmelzung wurde ein Blöckchen von 160 mm Länge, 50 mm Breite und 45 mm Höhe in eine dünnwandige Blechkokille vergossen. Die Giefstemperatur betrug im Durchschnitt 1150°. Zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften wurde das Blöckchen in drei Stauchproben, zwei Kerbproben, eine Abnutzungs- und Bearbeitungsprobe, eine Kugeldruckprobe zerlegt. Schliefslich konnte noch ein Schliff zur Prüfung des Aufbaues aus dem Blöckchen gewonnen werden. Die Zusammenstellung 1 enthält die Ergebnisse der chemischen Analyse und der mechanischen Prüfung. Abgesehen von den Schmelzungen Nr. 5c, 6b und 20, wo infolge verunreinigten Zinkes der Gehalt an Antimon und Blei besonders hoch war, konnten nennenswerte Verunreinigungen in den Legierungen nicht nachgewiesen werden.

In der Tafel der mechanischen Werte steht an erster Stelle das Ergebnis der Druckfestigkeitsprüfung. Die Werte sind auf den Anfangsquerschnitt der Stauchprobe bezogen, die einen Durchmesser von 15 mm und eine Höhe von 30 mm hat und zwar ist der im Augenblick des ersten Anrisses ermittelte Höchstwert angegeben. In Abb. 1 sind die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung in das ternäre Schaubild bei den entsprechenden Legierungen eingetragen. Vergleicht man die einzelnen Ergebnisse miteinander, so erkennt man, dafs auf der Kupfer-Zinkseite die Festigkeit mit zunehmendem Zinkgehalt zunimmt, während sie sowohl auf der Kupfer-Zinnseite wie auf der Verbindungslinie zwischen Kupferecke und Einheitsrotgufs, Schmelzung 16, über einen Höchstwert, welcher etwa in der Gegend 5 % Zinn und 3 % Zink zu liegen scheint, wieder abfällt. Betrachtet man die Werte der Druckfestigkeit auf der Querlinie, die die Schmelzen Nr. 13, 18, 16, 17 und 12 verbindet, so zeigt sich von der Kupfer-Zinkseite, Nr. 13, bis zum Einheitsrotgufs, Nr. 16, ein deutlicher Abfall der Druckfestigkeit, während sich beim weiteren Verlauf dieser Linie nach der Kupfer-Zinnseite keine wesentliche Veränderung feststellen läfst. Die blei-antimonhaltigen Schmelzungen lassen

Zusammenstellung 1.

Lfd. Nr.	Chemische Analyse					Ergebnisse der mechanischen Prüfung.					
						1	2	3	4	5	6
	Cu	Sn	Zn	Sb	Pb	Druckfestigkeit kg/mm²	Härte kg/mm²	Stauchung in % der Höhe	Kerbzähigkeit in kg/mm²	Schnittzahl in cm²	Abnutzung in g nach 2 Std.
4a	91,9	6,62	0,08	0,1	1,2	142	69	61,6	2,4	74	—
4b	92,0	6,1	1,8	0,1	0,3	181	70,2	66,5	2,5	130	0,32
5c	85,6	6,1	0,2	2,9	5,2	85	55	41,4	1,1	63	8,8
6b	86,0	8,1	4,7	0,4	0,8	124	68	49	1,75	62	1,9
12	85,7	14,2	—	0,1	0,3	137	108	40,5	1,1	192	0,11
13	85,1	—	14,6	0,1	0,3	185	78	69,2	7,8	86	0,66
14	76,5	13,7	9,8	0,1	0,3	106	134	24,4	0,1	319	0,17
16	84,6	9,2	6,1	0,1	0,3	140	76	45,9	2,1	175	0,37
17	83,4	12,2	4,4	0,1	0,3	131	84,4	46,8	0,9	124	0,35
18	84,0	4,0	11,8	0,1	0,3	200	64	66,4	3,7	91	0,47
19	82,0	7,8	10,2	0,1	0,3	132	66	50,3	1,3	150	0,48
20	85,2	8,7	3,6	0,6	2,0	105	74	46,0	1,5	61	3,67
23	95,5	0,23	3,8	0,1	0,3	147	48	69,1	3,9	—	—
24	97,5	2,5	—	0,1	0,3	176	50	70	5,4	—	—
25	89,3	6,4	4,3	0,1	0,3	180	89,6	63,9	3,4	93	0,21
26	93,7	4	2,3	0,1	0,3	200	74	68,4	4,9	130	0,22
27	100	—	—	—	—	158	71	71,9	6,6	77	—

eine bedeutend geringere Druckfestigkeit erkennen, weil, wie zu vermuten war, das Antimon die Rotgufslegierung spröde macht.

Die Spalte 2 enthält die Ergebnisse der Härteprüfung und zwar sind Mittelwerte eingetragen, die aus wenigstens fünf Eindrücken gewonnen wurden. Bemerkt sei, dafs in den Einzelwerten gröfsere Schwankungen zu beobachten waren, was bei gegossenen Legierungen und der Art ihrer Abkühlung meistens der Fall ist. Auf der Kupfer-Zinkseite ist ein leichter Anstieg der Härte festzustellen, der auf der Kupfer-Zinnseite naturgemäfs noch stärker ausgeprägt ist. Auf der Verbindungslinie Kupferecke, Schmelzung 27, und Einheitsrotgufs, Schmelzung 16, macht sich ein ähnlicher Höchstwert wie bei der Druckfestigkeitsprüfung bemerkbar. Die Verlängerung dieser Linie über den Einheitsrotgufs hinaus bis zur Schmelzung 14 zeigt wieder eine starke Zunahme der Härte. Die Querlinie zwischen der Kupfer-Zinkseite und dem Einheitsrotgufs zeigt keine wesentliche Veränderung, erst nach der Kupfer-Zinnseite zu macht sich ein starker Anstieg der Härte bemerkbar. Die blei-antimonhaltigen Legierungen zeigen eine ziemlich geringe Härte.

Die Ergebnisse der Zähigkeitsprüfung sind zweimal zahlenmäfsig zum Ausdruck gebracht. Zunächst wurde in Spalte 3 die beim Druckversuch ermittelte Stauchung in % der Anfangshöhe festgestellt. Verfolgt man die einzelnen Verbindungslinien, so ergibt sich, dafs auf der Messingseite keine wesentliche Veränderung der Zähigkeit bis zu einem Gehalt von 15 % Zink eingetreten ist. Beträchtlicher dagegen ist der Abfall der Zähigkeit auf der Zinnseite, wo er in Schmelzung 12 nur noch die Hälfte des Kupferwertes erreicht. Auch in der Mitte des Schaubildes auf der Verbindungslinie der Kupferecke mit dem Einheitsrotgufs macht sich ein Abfall der Zähigkeit noch bemerkbar. Mit steigendem Zinngehalt nimmt der Abfall der Zähigkeit stark zu, wie die Schmelzung 14 deutlich erkennen läfst. Die Querlinie zeigt ebenfalls bis zum Einheitsrotgufs einen Abfall, der sich dann aber kaum noch ändert. Die blei-antimonhaltigen Legierungen fallen durch verringerte Zähigkeit auf.

Spalte 4 enthält die Ergebnisse der Kerbzähigkeitsprüfung, wie sie auf dem 10 mkg Schlagwerk an der normalisierten Probe ermittelt wurden. Die Zahlen stellen Mittelwerte aus zwei Versuchen mit meist guter Übereinstimmung dar. In Abb. 2 sind die Ergebnisse der Kerbzähigkeitsprüfung in das ternäre Schaubild bei den entsprechenden Legierungen eingetragen. Die Kerbzähigkeitsprobe zeigt auf der Messingseite einen Anstieg der Werte, während sich auf der Kupferzinnseite der Abfall der Werte viel stärker bemerkbar macht, als ihn die Druckprüfung Spalte 3 zum Ausdruck brachte. Ebenso zeigt die Mittellinie Kupfer-Einheitsrotgufs, Nr. 27 bis 16, einen starken Abfall der Kerbzähigkeitswerte, bis er in Schmelzung 14

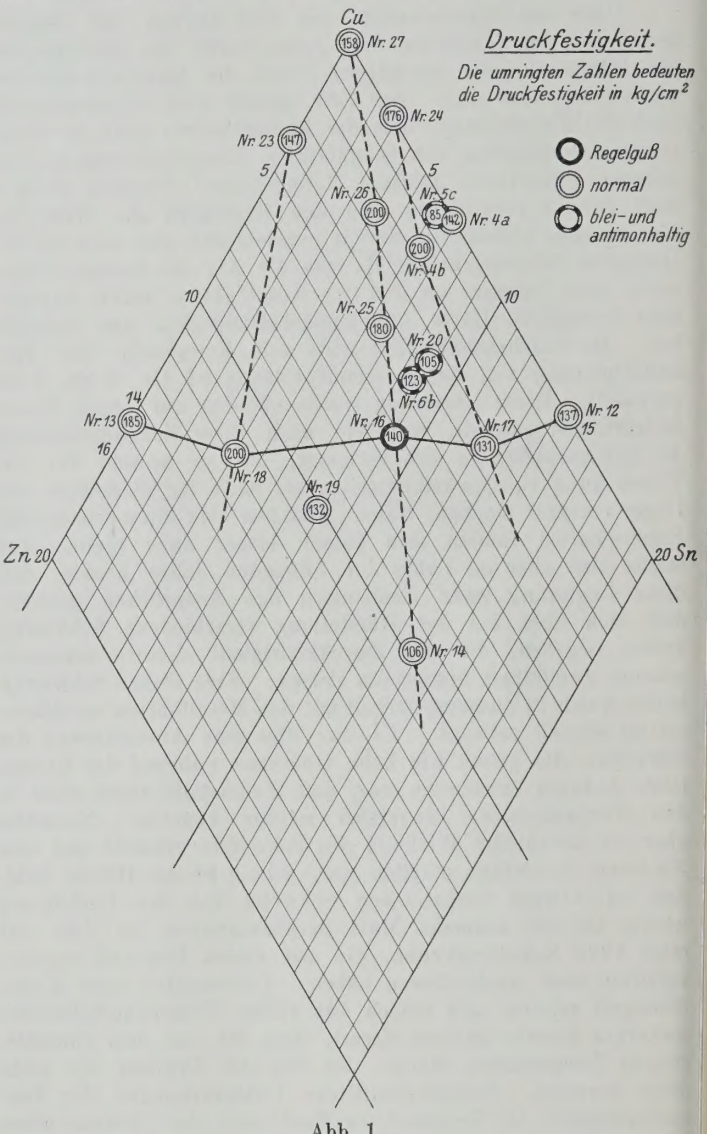


Abb. 1.

den geringsten Wert erreicht, der überhaupt an den hergestellten Versuchsschmelzungen ermittelt wurde. Die Querlinie zeigt bis zum Einheitsrotgufs einen starken Abfall, der sich nach der Kupfer-Zinnseite allmählich fortsetzt. Auch die blei-antimonreichen Legierungen fallen hier ebenso wie in Spalte 3 durch ihre geringe Kerbzähigkeit auf.

Für die Prüfung des Bearbeitungswiderstandes konnte in Ermanglung von besonderen Prüfmaschinen nur ein verhältnismäfsig rohes Verfahren angewendet werden. Es wurden bei Ausschnitten gleichen Querschnitts und gleicher Lage die Zahl der Sägeschnitte ermittelt, die erforderlich waren, um das betreffende Stück durchzusägen. Die ermittelte Schnittzahl wurde auf den qcm umgerechnet. Entsprechend den bisherigen

Engineering Library

rüfungsergebnissen zeigte sich auf der Kupfer-Zinkseite nur eine eringe Abnahme der Bearbeitbarkeit, dagegen eine sehr starke uf der Kupfer-Zinnseite. Eine erschwerte Bearbeitbarkeit achte sich auf der Kupfer-Einheitsrotguſs-Linie bemerkbar. m gröſsten ist die Schwierigkeit der Bearbeitbarkeit bei chmelzung 14. Auf der Querlinie nimmt die Erschwerung er Bearbeitbarkeit bis zum Einheitsrotguſs stark zu, um dann ach der Kupfer-Zinnseite zu allmählich anzusteigen. Die blei- ntimonhaltigen Legierungen zeigen entprechend ihren bisherigen rüfungsergebnissen eine günstige Bearbeitbarkeit. Wenn auch ie so gewonnenen Ergebnisse bei der Unsicherheit des Prüf- erfahrens ziemlich roh sind, so kann man bei ihrer Über-

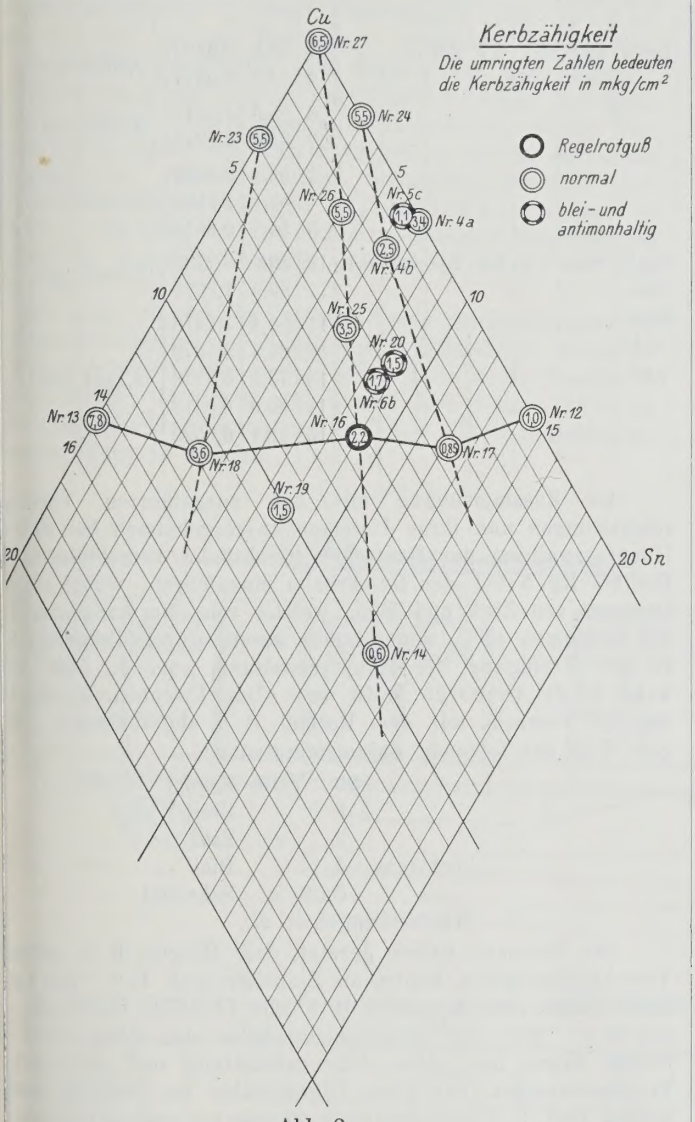


Abb. 2.

nstimmung mit den übrigen mechanischen Prüfungsergebnissen ch mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daſs diese Werte das chtige angeben.

Die Abnutzungsversuche, deren Ergebnisse in Spalte 6 sammengestellt sind, wurden nach der sogenannten Klötzchen- obe auf der Maschine von Hanffstengel ausgeführt. Ein ötzchen des Probematerials von etwa 15 mm Breite läuft gen eine sich drehende Stahlscheibe unter Belastung von kg. Ermittelt wurde der Gesamtgewichtsverlust in Gramm ch einer Abnutzungsdauer von zwei Stunden. Betrachtet an die Abnutzungsergebnisse, so erkennt man, daſs der nutzungswiderstand nach der Kupferecke zu nicht abnimmt, ndern eher gröſser wird. Auf der Querlinie wird mit zu-

nehmender Entfernung von der Messingseite, Schmelzung 13, der Abnutzungswiderstand beständig erhöht, bis er auf der Bronzeseite, Schmelzung 12, seinen Höchstwert erreicht. Die blei-antimonhaltigen Schmelzungen zeigen, wie zu erwarten, den geringsten Widerstand gegen Abnutzung.

Es wurden ferner an den verschiedenen Schmelzungen Gefügeuntersuchungen vorgenommen. Abb. 3 enthält das Ergebnis der Gefügebeobachtungen. Hiernach kann man feststellen, daſs infolge von Entmischungserscheinungen ein harter Gefügebestandteil, das Eutektoid, mit Entfernung von der Kupferseite und Annäherung an die Kupfer-Zinnseite zunimmt. Das Eutektoid stöſst in Gebiete vor, in denen es bei ausgeglichener Erstarrung

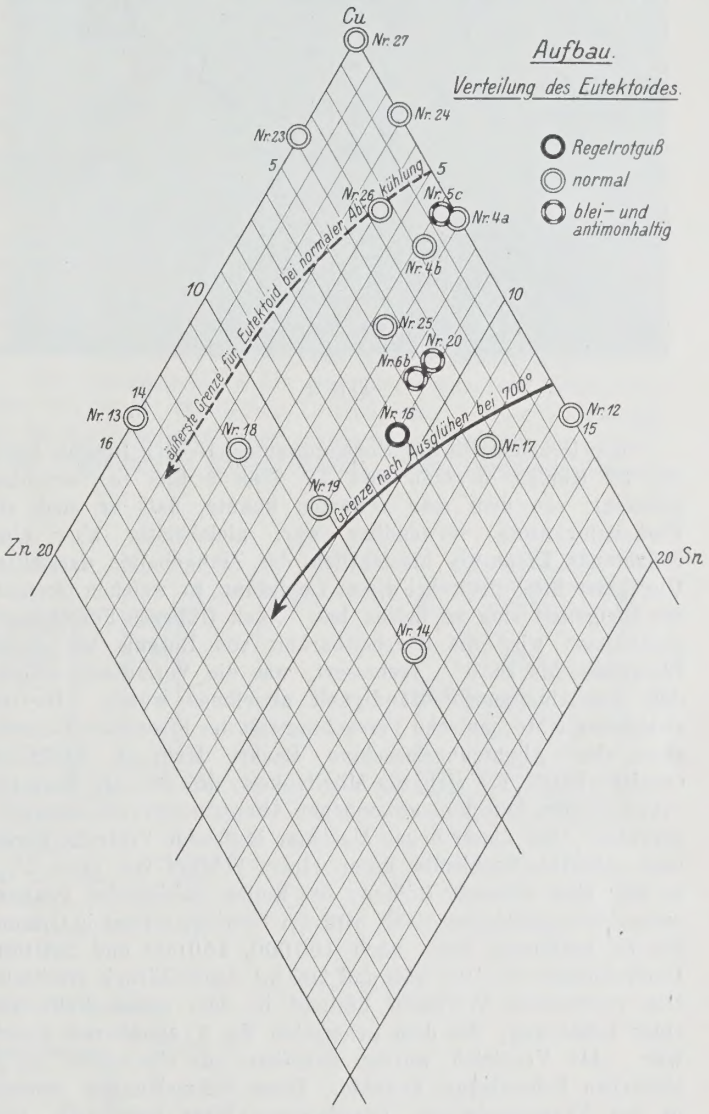


Abb. 3.

nicht mehr auftreten sollte. Das Gebiet des Vorstoſses des Eutektoids ist durch die beiden Linien mit dem Pfeil auf Abb. 3 umgrenzt. Die Eigenschaften der in diesem Gebiet liegenden Legierungen werden durch diesen Gefügebestandteil erheblich beeinfluſst. Abb. 4 zeigt das Gefügeaussehen des Eutektoids. Es scheint jedoch nach den Beobachtungen an den verschiedenen Schmelzungen und zahlreichen Einheitsrotguſs-Legierungen im Auftreten dieses Eutektoids eine gewisse Gesetzmäſsigkeit zu liegen, so daſs dasselbe bei nicht allzusehr veränderten Erstarrungsbedingungen fast immer in gleicher Menge auftritt.

Die ausgeführten Untersuchungen an den verschiedenen Schmelzungen haben gezeigt, daſs mit Annäherung an die Zinnseite Härte, Druckfestigkeit und Abnutzungsbeständigkeit zu-

nehmen, während Zähigkeit und Bearbeitbarkeit abnehmen. Der Einheitsrotguſs, Schmelzung 16, stellt etwa die Grenze dar, bis zu der von der Kupferseite her eine Veränderung der Eigenschaften zwar schon bemerkbar ist, aber immerhin noch in mäſsigen Grenzen bleibt. Die Untersuchungsergebnisse aber lassen weiter erkennen, daſs eine Herabsetzung des Zinngehalts in dem Einheitsrotguſs in ziemlich beträchtlichem Umfang auf der Linie der Schmelzungen Nr. 16, 25, 26, 27 möglich ist, ohne die Gütewerte des Einheitsrotgusses allzusehr herabzusetzen.

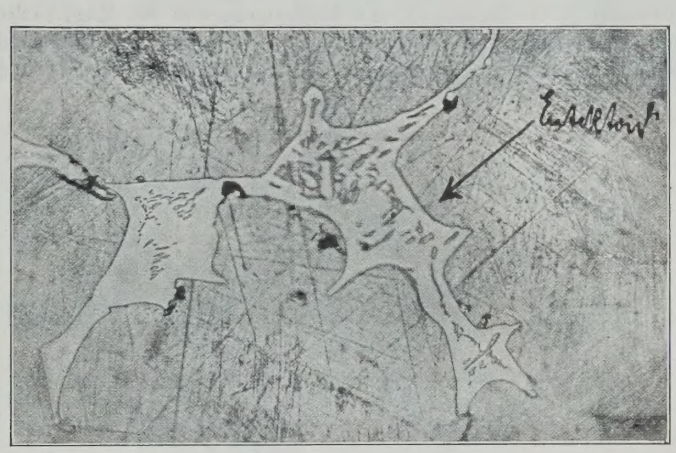


Abb. 4.

Inzwischen hatte der Normungsausschuſs den Rotguſs Rg 5 mit 85 Kupfer, 5 Zinn und 10 Zink + Blei in Vorschlag gebracht, von dem man erwarten konnte, daſs er noch als Einheitslegierung verwendbar war, gleichzeitig aber eine bedeutende Ersparnis hinsichtlich des Zinngehaltes darstellte. Ungeklärt blieb noch bei dieser Legierung, in welchen Grenzen der Bleigehalt sich zu halten hat. Nach früheren Forschungsergebnissen wird die Bearbeitbarkeit von Rotguſs bei einem Bleigehalt bis zu 6 % verbessert, was die Vermutung zuliefs, daſs die Abnutzungsbeständigkeit abnehmen würde. Da inzwischen die Mechanische Versuchsanstalt des Eisenbahn-Zentralamts eine Abnutzungsmaschine Bauart Mohr & Federhaff erhalten hatte, bot sich die Möglichkeit, die auf der Hanff-stengelschen Maschine gewonnenen Abnutzungsergebnisse nachzuprüfen. Bei dieser neuen Maschine läuft eine Prüfrolle gegen eine gehärtete Stahlrolle unter einem Schlupf von etwa 1 %, so daſs eine schwache Reibung der Rollen aufeinander zwangsweise durchgeführt wird. Es wird der Gewichtsverlust in Gramm der zu prüfenden Rolle nach 100000, 150000 und 200000 Umdrehungen bei 100, 150 und 200 kg Anpreſsdruck ermittelt. Der verwendete Werkstoff bestand in dem ersten Falle aus einer Legierung, die dem genormten Rg 5 annähernd gleich war. Als Vergleich wurden Scheiben aus einer dem Rg 9 ähnlichen Schmelzung gewählt. Diese Schmelzungen wurden in der Versuchsgieſserei Brandenburg-West hergestellt, und zwar wurden sämtliche Proben aus dem Tiegelofen in nicht getrocknete Formen vergossen. Zusammenstellung 2 enthält die Ergebnisse der chemischen Analyse, der Härte und der Gewichtsabnahme bei 200000 Umdrehungen, bei einem Anpreſsdruck von 100, 150 und 200 kg der beiden Schmelzungen Gufsart Rg 5 und Rg 9. Die Ergebnisse dieser Abnutzungsversuche zeigten deutlich, daſs der Abnutzungswiderstand des Rg 5 bedeutend gröſser ist als der des Rg 9, daſs sich Rg 5 demnach als abnutzungsfester erweist. Abnutzungsversuche, welche auf Veranlassung der Versuchsgieſserei im Betriebe angestellt wurden, bestätigten die Versuchsergebnisse. Die Versuche lieſsen weiter erkennen, daſs bei einem Bleigehalt v etwa 3 bis 4 % für die gewählte Legierung die Abnutzun beständigkeit sich gegenüber dem Rg 9 nicht verschlechte

Zusammenstellung 2.

Gufsart	Chemische Zusammensetzung						Rolle Nr.	Härte in Brinell-E	Gewichtsabnahme in g nach 200000 Umdrehungen	Gewichtsabnahme in g im Mittel	Belastung in kg
	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Fe					
Rg 5	82,8	5,7	9,7	2,3	—	—	1	55,8	0,0692	0,0603	100
							2	51,2	0,0514		
							6	55,6	1,0110	0,7552	150
							7	64,2	0,4994		
							3	52,1	0,9064	0,8593	200
							4	55,4	1,0162		
							5	54,1	0,6554		
Rg 9 Einheitsrotguſs	86,3	7,9	4,4	2,0	0,3	0,1	16	63,9	3,2730	2,5900	150
							17	69,9	1,9070		
							11	56,4	1,1576	5,1144	200
							12	61,5	5,1570		
							13	73,5	6,3738		
							14	60,6	6,0318		
							15	53,1	6,8520		

Im Zusammenhang mit den ausgeführten Versu schmelzungen und ihren Untersuchungsergebnissen hat sich Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn entschlossen, Rotguſs Rg 5 bei der Reichsbahn einzuführen, wobei sie Grenzen von Zink und Blei, welche vom Normungsaussc auf zusammen 10 % angenommen waren, einzeln festgelegt In der Verfügung der Hauptverwaltung vom 3. Juni 1 unter 37 D. 18199/25 heifst es: »Das Eisenbahn-Zentral hat die Versuche mit dem Rotguſs R 5 abgeschlossen. guſs R 5 hat folgende Zusammensetzung:

	85	Teile	Kupfer
	5	»	Zinn
	7	»	Zink
höchstens	4	»	Blei
»	0,08	»	Schwefel

Mindestfeingehalt 90.

Die Versuche haben gezeigt, daſs Rotguſs R 5 gröſ Verschleifsfestigkeit besitzt als Einheitsrotguſs R 9. Die L eigenschaften des Rotgusses R 5 sind ebenfalls besser als des R 9. Bei den Einheitslagerschalen der Güterwagen jedoch wegen der hohen Flächenbelastung und der star Formänderungen, der diese Lagerschalen im Betriebe un worfen sind, R 9 auch weiterhin vorzuziehen und zu verwen Für sämtliche Armaturen und besonders für Bauteile, stärkerem Verschleifs unterworfen sind, wie Hahnküken, Ve spindeln, Buchsen, verdient jedoch R 5 den Vorzug«.

In der Verfügung wird weiter die Erwartung zum druck gebracht, daſs nach den bisherigen Erfahrungen neue Rotguſs R 5 wegen seiner geringen Neigung Seigern dichtere Abgüsse gibt als R 9. In den bahneige Gelbgieſsereien soll daher nach Aufbrauch der vorhande Bestände an R 9 ausschlieſslich R 5 verwendet werden. soll aber zugleich geprüft werden, ob auch für die genorm Lagerschalen R 5 an Stelle von R 9 verwendet werden k

r neue Heizkesselwagen der elektrisch betriebenen Strecken der italienischen Staatsbahn*).

Von Georg Lotter, München.

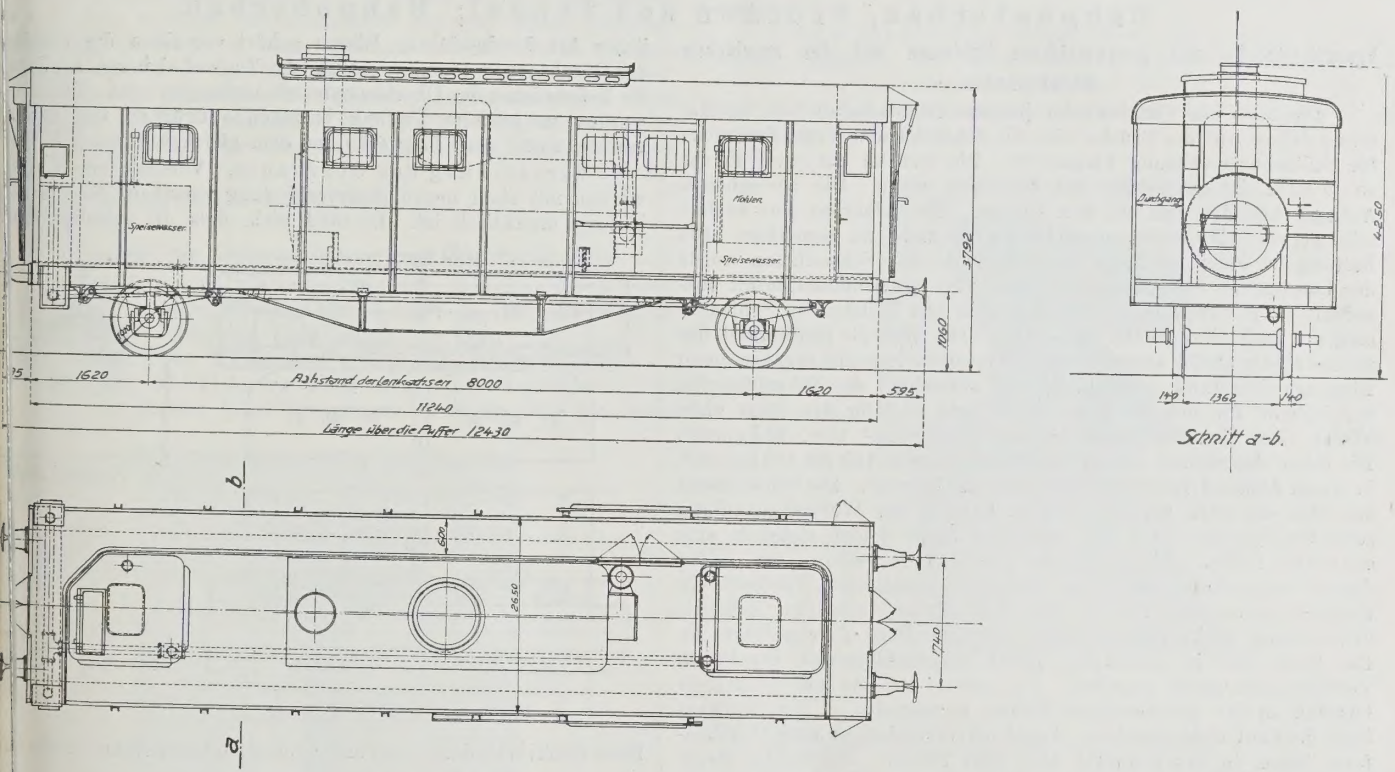
Die Heizung der elektrisch gefahrenen Züge der italienischen atsbahn erfolgte bisher mit wenigen Ausnahmen mit Dampf, von Heizkesselwagen mit stehenden, mit Kohlenfeuerung riebenen Kesseln geliefert wird. Diese Wagen sind zum l durch Umbau aus den dreiachsigen zweifach gekuppelten npftriebwagen Gruppe 60 entstanden, welche seit 1906 zur t- und Eilgepäckbeförderung in gröfserer Stückzahl beschafft den und eine Besonderheit des der italienischen Staatsbahn ien**).

Die stehenden Kessel dieser bisherigen Heizkesselwagen aufsergewöhnlich grofsen Abmessungen (bis zu 1 qm tfläche und 58 qm Heizfläche) bewährten sich nicht. dauerhafte Befestigung des Kessels auf dem Rahmen, e Sicherung gegen Schwankungen in der Längs- und Quer- tung und die Unterhaltung der Rohrwände, welche vor- licherweise beide von Kupfer ausgeführt waren, bereiteten vierigkeiten. Die Italienische Staatsbahn entschlofs sich alb, neue Heizkesselwagen mit liegendem Kessel zu haffen. Da diese von den auf den deutschen Reichsbahnen chen in mancher Hinsicht abweichen, seien sie kurz rochen.

Der neue, als Gruppe VI_r^c bezeichnete Heizkesselwagen ist Konstruktionsbüro der italienischen Staatsbahn entworfen von der Soc. An. Costruzioni Ferroviarie e Meccaniche in enz erbaut; 15 Stück stehen seit dem Winter 1923/24 er elektrisch betriebenen Strecke Genua—Turin in zufrieden- ender Weise in Betrieb.

— erbaut. Die Gesamtanordnung des Wagens ist derart, dafs er in die Mitte von D-Zügen eingestellt werden kann. Er ist deshalb — wie aus dem Grundrifs ersichtlich — mit einem Seitengang von 600 mm lichter Breite versehen, welcher den Kesselraum von den Fahrgästen vollkommen abschliefst, so dafs der Durchgang durch den Zug ohne Gefahr einer Verschmutzung der Kleider der Reisenden gewahrt bleibt. Diese sehr zweckmäfsige Anordnung ist erstmals bei dem unten erwähnten Heizkesselwagen der Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn vom Jahr 1912 ausgeführt worden. Weiter soll durch Einstellung des Wagens in die Mitte des Zuges eine gleichmäfsigere und leichtere Erwärmung desselben und ruhiger Lauf des Heizkesselwagens bei den hohen Geschwindigkeiten der D-Züge erreicht werden. Diese Einstellung eines zweiachsigen Lenkachswagens von 8 m Radstand bei 12,430 m Gesamtlänge des Fahrzeuges zwischen vierachsige Drehgestellwagen hat zu Schwierigkeiten hinsichtlich der Ruhe des Laufs nicht geführt, sich vielmehr gut bewährt. Der Wagen hat nichtdurchgehende Zugstangen, Übergangsbrücken, Faltenbälge, Westinghouse-, Schnell- und Handspindelbremse sowie elektrische Beleuchtung mittels Akkumulatoren. Das Wasserfassen erfolgt vom Wasserkran aus durch in Nischen angebrachte Füllrohre, das Kohlenfassen durch grofse seitliche Schiebetüren mittels Körben.

Der Dampfkessel ist ein liegender Flammrohr-Heizröhrenkessel mit einer stündlichen Leistung von 800 kg Nafsdampf, was für die Beheizung eines schweren D-Zuges bei den klimatischen Verhältnissen Italiens genügt. Die liegende Anordnung



Heizkesselwagen der elektrisch betriebenen Strecken der italienischen Staatsbahn.

ie Abbildung gibt eine Skizze des Wagens in Längsansicht, rifs und Querschnitt. Er ist zweiachsig mit 8 m Lenkdstand durchweg in Eisen — aus Gründen der Feuerheit unter vollständiger Vermeidung jeder Holzkonstruktion

bringt eine einfache und zuverlässige Verbindung des Kessels mit dem Wagenrahmen, gute Zugänglichkeit der Rohrwände, eine erheblich bessere Ausnützung der Brennstoffwärme zur Dampferzeugung und geringere Unterhaltungskosten als beim stehenden Kessel mit sich. Die Rostfläche ist 0,85 qm, die Heizfläche 36 qm grofs, die Dampfspannung beträgt 8 at; die Verbrennungsluft wird durch eine besondere Rohrleitung aus

*) Nach Rivista Tecnica 1926, S. 20 bearbeitet.

**) Organ 1908, S. 456; ausführliche Unterlagen in der Z. d. V. er Ingenieure 1907, Seite 1645, T. 16.

der oberen Zone des Kesselraumes unter den Rost gesaugt; die Feueranfachung erfolgt durch künstlichen Zug mittels eines im Kaminfuſs sitzenden Hilfsbläsers gewöhnlicher Art; an Speisewasser werden 2,86 cbm, an Brennstoff $1\,^1/_2$ t Kohle mitgeführt; der Wasserinhalt des Kessels bei mittlerem Wasserstand beträgt 2,66 m³, so daſs der Wasservorrat für mehr als drei Stunden Fahrt bequem ausreicht. Das Leergewicht des

gestellt, beginnend mit dem im Jahr 1869 von der für Entwicklung der Dampfheizung von Zügen hochverdienten Fir Johannes Haag-Augsburg gelieferten Wagen, der als Gepä Heizkesselwagen ausgebildet war und zu den ersten Versuch der Dampfheizung eines Eisenbahnzuges zählt.

Bei zahlreichen Bahnverwaltungen des Vereins deutsc Eisenverwaltungen werden bei den mit Dampflokomoti

	Achszahl	Radstand	Leer-	Dienst-	Kessel	Rost-	Heiz-	Druck	Vorräte an	
			Gewicht			fläche	fläche		Wasser	Koh
						m²	m²	at	m³	t
Bayerische Staatsbahn 1869 . . .	2	3,65	10,4	12,0	stehend	0,176	9	3	1,06	ca.
Preuſsische Staatsbahn 1892 . . .	2	5,5	15,5	20,5	liegend	0,43	10	6	3,0	ca.
Bayerische Staatsbahn 1912 . . .	3	6,5	25	34,7	„	0,7	20	10	5,9	1,
Lötschbergbahn 1912	2	7,0	22,5	28	„	ca. 0,9	45,4*)	12	4,0	1,
Italienische Staatsbahn 1923 . . .	2	8,0	22,75	30	„	0,85	36	8	2,86	1,

*) wovon 4,6 m² auf den Schmidt-Überhitzer entfallen.

Heizkesselwagens ist 22,75 t, das Dienstgewicht 30 t. Dieser Gewichtsaufwand zur Heizung eines Zuges ist bekanntlich sehr beträchtlich, läſst sich aber nicht nennenswert einschränken, wenn man zur Mitführung eines besonderen Heizkesselwagens gezwungen ist.

Zum Vergleich seien nachstehend die Hauptabmessungen und Gewichte einiger typischer Heizkesselwagen zusammen-

gefahrenen und von diesen geheizten Zügen bei strenger K und Überschreitung einer bestimmten Achszahl besondere Hi kesselwagen regelmäſsig eingestellt, wie im XIV. Ergänzu band des Organs, S. 178, ausführlich berichtet ist. U diesem Gesichtspunkt verdient die besprochene neue Bauart italienischen Staatsbahn besondere Beachtung, da sie gegen den meisten bisherigen betriebstechnische Vorteile mit sich br

Berichte.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Versuchsstrecke mit geschweiſsten Schienen auf der russischen Oktoberbahn.

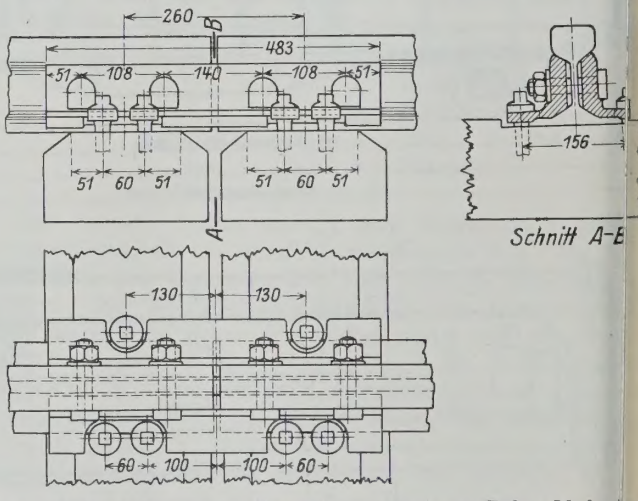
Die russische Oktoberbahn (frühere Nikolaibahn) hat im Mai dieses Jahres auf der Brücke über die Schoscha eine Versuchsstrecke für Schienenschweiſsung hergestellt. Die Brücke hat zwei Felder zu je 60 m, ist zweigleisig mit Fahrbahn unten. Die beweglichen Auflager befinden sich auf dem Pfeiler. Die Zufahrten sind beiderseits gerade, eine Schienenwanderung ist nicht zu bemerken. Die Bettung ist Sand mittlerer Beschaffenheit. Die Schweiſsung wurde der Leningrader Stadtbahn übertragen und mit Aluminothermit ausgeführt. Die Schweiſsung wurde sowohl mit Wulsten im Schienensteg als auch ohne solche ausgeführt. Die über die Haltbarkeit der geschweiſsten Stöſse angestellten Laboratoriumversuche ergaben einen Biegungswiderstand von 70,7 kg/mm² auſserhalb der Schweiſsstelle. 43,5 kg/mm² für den Stoſs mit Wulst und 42,2 für den Stoſs ohne Wulst. Der Zerreiſswiderstand war 27,8 kg/mm² bzw. 42 kg/mm². Die Härte des Stoſses an der Schweiſsstelle war 140 bis 150 kg/mm², in einem Abstand von 90 cm vom Stoſs 310 kg/mm². Die Schweiſsung hat also die Güte der Schienen im Bereich der Wärmebehandlung sehr herabgesetzt und der erhaltene Stoſs bildet sichtlich eine schwache Stelle. Die russische Eisenbahnverwaltung ist selbst darauf aufmerksam geworden, daſs die ausländischen Versuche ein ungleich günstigeres Bild liefern und nehmen daher an, daſs die Schweiſsung nicht auf einwandfreier Grundlage durchgeführt ist. Die Bahn hat in Ansehung dieser unbefriedigenden Ergebnisse Vorsichtsmaſsregeln ergriffen. Vor allem hat sie zur Sicherheit Laschen an den geschweiſsten Stöſsen angebracht. — Die Brückenbahn liegt auf Holzschwellen. Ausgleichvorrichtungen nach Weichenform liegen in Brückenmitte über dem Pfeiler. Ungünstige Beobachtungen sind bis jetzt nicht gemacht worden. Die Fahrt über die Brücke ist jetzt auſsergewöhnlich ruhig und stoſsfrei. Im ganzen sind 44 Stöſse geschweiſst worden, wozu eine Woche gebraucht wurde. Dr. S.

Baulliche Verbesserungen auf den Linien der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahngesellschaft.

Bei der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahngesellschaft werden in letzter Zeit verschiedene bemerkenswerte Verbesserungen bau-

licher Art durchgeführt. Hierzu gehört vor allem die Verstä des Oberbaues, wodurch nicht nur der Zuglauf sicherer, sondern die Lebensdauer des Oberbaumaterials verlängert wird. Des We wurden in groſsem Umfang bestehende Brücken mit Eisen verstärkt und neue Bauwerke aus dem gleichen Baustoff herge

Verstärkung des Oberbaues. Verschiedene Haupt wurden mit einer neuen Stoſsverbindung versehen, die aus de bildung ersichtlich ist. Es fand sich, daſs die ständige Zur



Neue Stoſsverbindung der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn. Maſse

der Achslasten, welche die Indienstnahme neuer Lokomotivbau mit sich brachte, bei der alten Stoſsverbindung einen aufserg lichen Verschleiſs verursachte. Zur weiteren Verbesserung de baues bei schlechter Entwässerung wurde die gründliche Erne des Bettungsstoffes vorgenommen. Hiermit wurde auch eine zeitige Hebung des Gleises verbunden. Auf Linien mit zahl Kurven, wie an der Riviera und im Gebirge, machte sich die s Aufeinanderfolge der Kurven im Zuglauf sehr unangenehm b bar. Durch Ausrichten und möglichstes Strecken der Kurven

eine Verbesserung herbeigeführt. Auf Grund der Aufnahmen mit einem selbstaufzeichnenden Apparat (Enregistreur Hallade) konnten die für die Kurven nötigen Verbesserungen festgestellt werden.

Der Hallade-Apparat wiegt etwa 70 englische Pfund und kann in jedem Fahrzeug aufgestellt werden. Er enthält drei Pendel, deren Ausschläge durch Stahlnadeln auf Papierbänder aufgezeichnet werden. Mit einer vierten Nadel werden die Kilometer, Stationen und dergl. angemerkt. Auf diese Weise wird ein vollkommenes Bild der Strecke hergestellt. Der Apparat kann auch zur Untersuchung der Fahrzeuge auf ihren Lauf benützt werden.

Verstärkung vorhandener Brücken. Bei vielen Eisenbahnbrücken aus Eisen und Stahl werden die Fahrbahnen mit Eisenbeton verstärkt. Ein grofser Vorteil ist hierbei, dafs die Bettung auch auf der Brücke durchgeführt werden kann. Auf der Strecke Livron—Privas wird die Rhone bei la Voulte mit einer Eisenbahnbrücke überschritten. Sie besteht aus fünf Bogen mit je 55 m Spannweite. Vor mehreren Jahren war sie durch Rosten bereits so geschwächt, dafs nur die leichtesten Maschinen sie befahren durften, was eine grofse Verkehrsbeschränkung bedeutete. Diese Brücke wurde nun nach dem Krieg mit Eisenbeton verstärkt. Während früher der Oberbau unmittelbar auf den Trägern auflag, ist das Gleis nun in Bettung verlegt. Die eisernen Konstruktionsteile sind mit Eisenbeton ummantelt. Die Brücke kann jetzt mit den schwersten Maschinen befahren werden. Drei „Pacific"-Maschinen befuhren die Brücke mit einer Geschwindigkeit von 45 km/Std., ohne dafs eine Bewegung der Tragkonstruktion bemerkbar war. Die Verstärkung kostete weniger als die Hälfte der Kosten, die für eine neue Brücke entstanden wären. Nach den hier gemachten Erfahrungen wurden mehrere Brücken verstärkt.

Neue Bauwerke aus Eisenbeton. Wegen des Anwachsens des Verkehrs mufste der Bahnhof in Nizza vergröfsert werden. Hier, wie auch im Lyoner Bahnhof in Paris wurden alle neuen Bauwerke in Eisenbeton hergestellt. Es kamen hauptsächlich Wasserbehälter, neue Brücken, Bahnsteigdächer und viele andere Bauwerke in Betracht, die früher in Eisen errichtet wurden. Es ist übrigens bemerkenswert, dafs für kleinere Gegenstände, wie Telegraphen- und Signalmaste, Schranken und Einfriedigungen Eisenbeton nicht angewendet wurde, wenngleich andererseits Eisenbetonschwellen besonders bei neuen Strecken in ausgedehntem Mafs verwendet wurden.

Wa.

(The Railway Engineer, Mai 1926.)

Ursachen von Schienenbrüchen und ihre Verhütung.

Bearbeitet nach einem Aufsatz von Sistek, Inspektor der tschechoslowakischen Staatseisenbahnen im Januarheft 1926 des Bulletin du Congr. des Chemins de Fer.

1. Wirkliche Ursachen von Schienenbrüchen.

Die Spaltbildung wird durch die Verringerung des Volumens des Stahles beim Übergang vom flüssigen in den festen

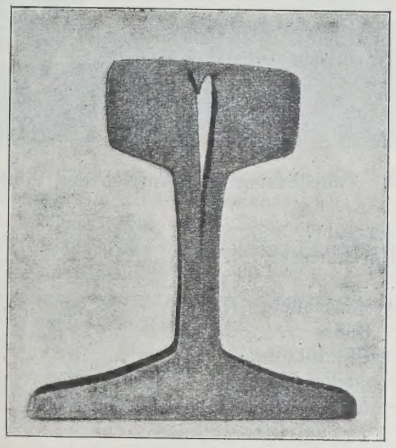


Abb. 1.

Zustand hervorgerufen. Die Wände der Spalten verschweifsen sich nicht. Die Längen der Spalten in Schienen treten an den verschiedensten Stellen des Querschnitts auf.

Abb. 1 zeigt eine solche in der Querschnittachse der Schiene. Sie ist im Maximum 5 cm breit und nirgends an der Schienenoberfläche sichtbar. In Abb. 2 ist eine Spalte abgebildet, die unsymmetrisch von der Gleitfläche des Schienenkopfes bis tief in den Steg hinein verläuft. Der Schienenkopf in Abb. 3 wird durch wagrechte Spaltung in zwei Teile getrennt. Durch diese am häufigsten auftretende Spaltbildung werden immer Brüche in der Richtung der Schienenachse hervorgerufen.

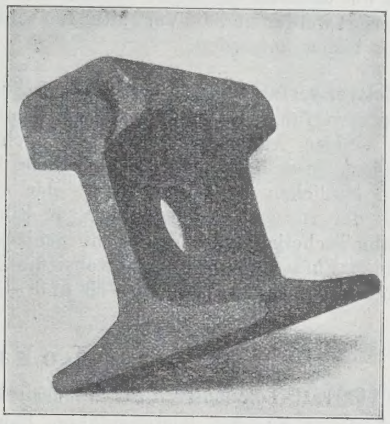


Abb. 2.

Blasenbildung. Der flüssige Stahl enthält viele Gase. Werden diese beim Erkalten des Metalls am Entweichen verhindert, so führen sie zur Bläschenbildung. Diese ist daran zu erkennen, dafs sich an der Gleitfläche des Schienenkopfes zeitweise kleine Eisenteilchen loslösen.

Schlackenbildung entsteht durch Niederschlag von Phosphaten, Silikaten und schwefelsauren Eisenverbindungen, sowie Oxyden beim ungleichmäfsigen Erkalten des Stahls. Die Schlackenbildung findet man am häufigsten dort, wo der Stahl durch Oxydationsprozesse gewonnen wird.

Abb. 3.

Zu starke Abnützung der Schienenprofile.

Schwächung des Profiles infolge Rostbildung in Tunnels, bei schienengleichen Übergängen usw.

2. Vermeintliche Ursachen von Schienenbrüchen.

Schwingungen infolge der Verkehrsbelastung. Man ist zu der Annahme geneigt, dafs viele Schienenbrüche dadurch entstehen, dafs sich auf der Gleitfläche der Schienen infolge Gleitens der Räder beim Anfahren und Bremsen Risse bilden. Während 29jähriger Beobachtung konnte jedoch nicht festgestellt werden, dafs Risse sich von der Gleitfläche aus nach dem Innern des Schienenkopfes infolge von Schwingungen erweiterten. Beim Zerschneiden von ausgewechselten schadhaften Schienen mit Rifsbildung

an der Gleitfläche fand man immer, dafs diese auf Spaltbildung im Innern des Schienenkopfes zurückzuführen waren.

Deformierung allein führt nicht zum Schienenbruch.

Es mufs festgestellt werden, dafs bei grofser Kälte Schienenbrüche am häufigsten auftreten. Wahrscheinlich sind jedoch auch sie auf Materialfehler zurückzuführen.

3. Mittel zur Verminderung der Schienenbrüche.

Nach der Ansicht des Verfassers kann das Auftreten der Schienenbrüche nur dadurch verringert werden, dafs die Fabrikationsmethoden verbessert werden und die Verwaltungen schärfere Abnahmebedingungen als bisher aufstellen. Sch.-r.

Gleisverwerfungen auf russischen Bahnen.

Eine Gleisverwerfung auf schweizerischen Bahnen hat kürzlich im Schrifttum einiges Aufsehen erregt und auch im Organ Erwähnung gefunden. In Scheljeznodoroschnoje Djelo, 1926, Nr. 6 bis 7, wird auf einen ähnlichen Fall hingewiesen, der sich ganz gleichartig auf einer der russischen Nordbahnen, in Sibirien, ereignete, als die Hauptbahn Tscheljabinsk – Irkutsk mit Schienen von 18 Pfund auf den laufenden Fufs verlegt wurde, wobei die Temperatur dem sibirischen Klima entsprechend zwischen + 50° und – 50° C schwankte. Solche Verhältnisse sind für den Eisenbahnoberbau von grofsen Nachteil. Bei Erhöhung der Temperatur und stark angezogenen Laschenschrauben überwinden die Schienen die Reibung nicht mehr biegen sich im wagrechten Sinne an verschiedenen Stellen aus und bilden Windungen mit einem zuweilen sogar schon aus der Ferne weit sichtbaren Pfeil. Die Fuge am Schienenstofs, selbst wenn sie vorhanden ist, verliert hierbei ihre Bedeutung. Es leuchtet ein, dafs die Ausbauchungen auch Ausmafse erreichen können, bei denen die Räder durchfallen oder bei denen das Gleis selbst in gröfsere oder geringerer Ausdehnung ausweicht. Solche Fälle wurden auf den sibirischen Bahnen verschiedentlich beobachtet, besonders bezeichnend aber ist eine Entgleisung eines Postzuges, der am 12. M 1900 von Irkutsk nach Tscheljabinsk verkehrte und dabei zwischen den Stationen Marijnsk und Bogotol, der jetzigen Tomsker Bahn in einer Steigung von 8‰ entgleiste. Der Führer bemerkte schlangenartige Ausbiegungen des Gleises, erkannte die Gefahr und schlofs den Regler, aber die Entgleisung der Lokomotive und des gröfsten Teils des folgenden Zuges konnte nicht mehr verhindert werden. Kurz vorher war ein anderer Postzug anstandslos verkehrt. Die Verwerfung war also ganz plötzlich aufgetreten. Die Temperatur war + 42° C. Dr. S.

Lokomotiven und Wagen.

1 C 1 + 1 C 1 - h 4 Garratt-Lokomotiven der Rhodesischen Eisenbahn*).

Die für Kapspur äufserst leistungsfähige Bauart ist in zwölf Stück von Beyer, Peacock & Co. in Manchester geliefert worden. Sie ist die erste Garratt-Lokomotive in Rhodesia und vor allem deshalb bemerkenswert, weil ein Teil der Lieferung Lentz-Ventilsteuerung erhalten hat, während bei dem Rest auf die Möglichkeit des späteren Einbaus dieser Steuerung von vornherein Rücksicht genommen wurde.

Der gedrungen gebaute Kessel hat Belpaire-Feuerbüchse und Grofsrohr-Überhitzer. Trotz der grofsen Heizfläche von über 200 qm ist der Langkessel nur 3,5 m lang, um die beiden Triebgestelle möglichst nahe zusammenrücken zu können. Jedes Triebgestell hat an den beiden Enden eine Radialachse; die mittlere Kuppelachse ist seitenverschiebbar. Die beiden äufseren und die drei inneren Achsen jedes Gestelles sind im Gegensatz zu der sonst in England üblichen

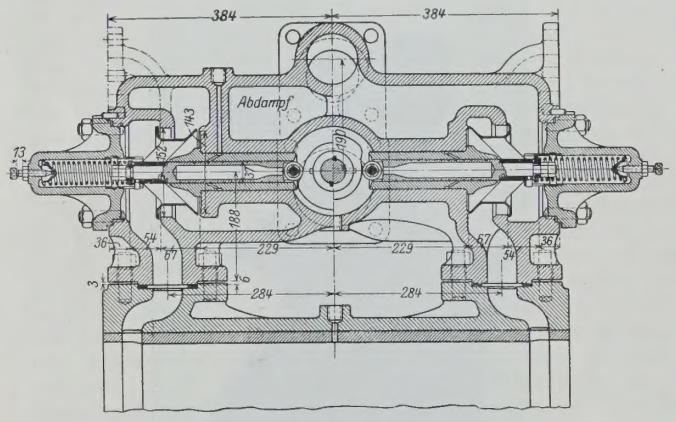


Abb. 1. Längsschnitt durch den Ventilkasten.

Ausführung unter sich je durch Ausgleichhebel verbunden. Die Zylinder sind für alle Lokomotiven, ob mit Ventil- oder Schiebersteuerung, gleich. Die Ventil- bzw. Schieberkästen sind besonders aufgesetzt; dabei passen sämtliche Schraubenlöcher und Anschlufsflansche für beide Steuerungsarten, so dafs z. B. beim nachträglichen Umbau die Ein- und Ausströmrohre beibehalten werden können. Ebenso ist die Steuerung bis zu den Voreilhebeln völlig gleich durchgebildet.

Die Abb. 1 und 2 zeigt den Ventilkasten mit Antrieb. Die Anordnung entspricht im wesentlichen der bei den Österreichischen Bundesbahnen üblichen Ausführung mit liegenden Ventilen. Die vier Doppelsitz-Ventile sind aus 3,2 mm starkem Stahlblech gepreſst, der Durchmesser des unteren Sitzes beträgt bei allen 143, der des oberen Sitzes 152,5 mm. Die beiden Einlafsventile liegen aufsen,

*) Vergl. hierzu Organ 1926, Heft 24, S. 512.

die Auslafsventile innen. Die Ventilspindeln und Rollen sowie d Laufstellen der Nockenwelle sind gehärtet. Die Federn aller Vent sind gleich; sie haben eine Vorspannung von 30 kg. Die Schmieru besorgt eine Wakefield-Schmierpresse. Die Voröffnung der Vent beträgt 0,2 mm, die gröfste Öffnung bei den Einlafsventilen 12,7 u bei den Auslafsventilen 15,9 mm, entsprechend einer Füllung von 80

Die Hauptabmessungen der Lokomotiven sind:

Kesselüberdruck p	12,6 at
Zylinderdurchmesser d	406 m
Kolbenhub h	610 „
Kesseldurchmesser, gröfster, aufsen	1829 „
Heizrohre, Anzahl	184 St
„ Durchmesser	51 m

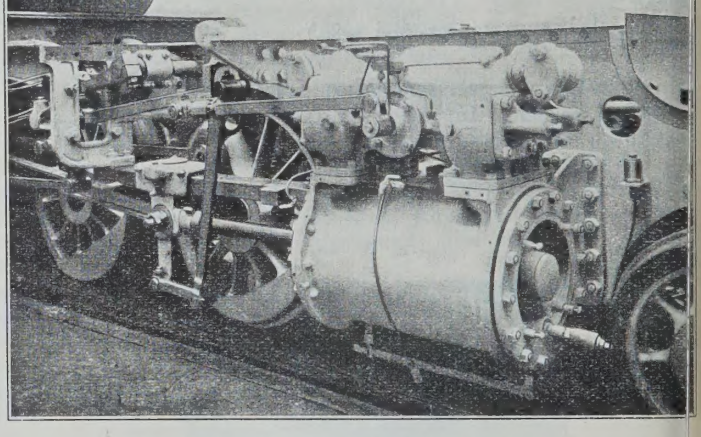


Abb. 2. Ventilkasten und Antrieb der Ventile.

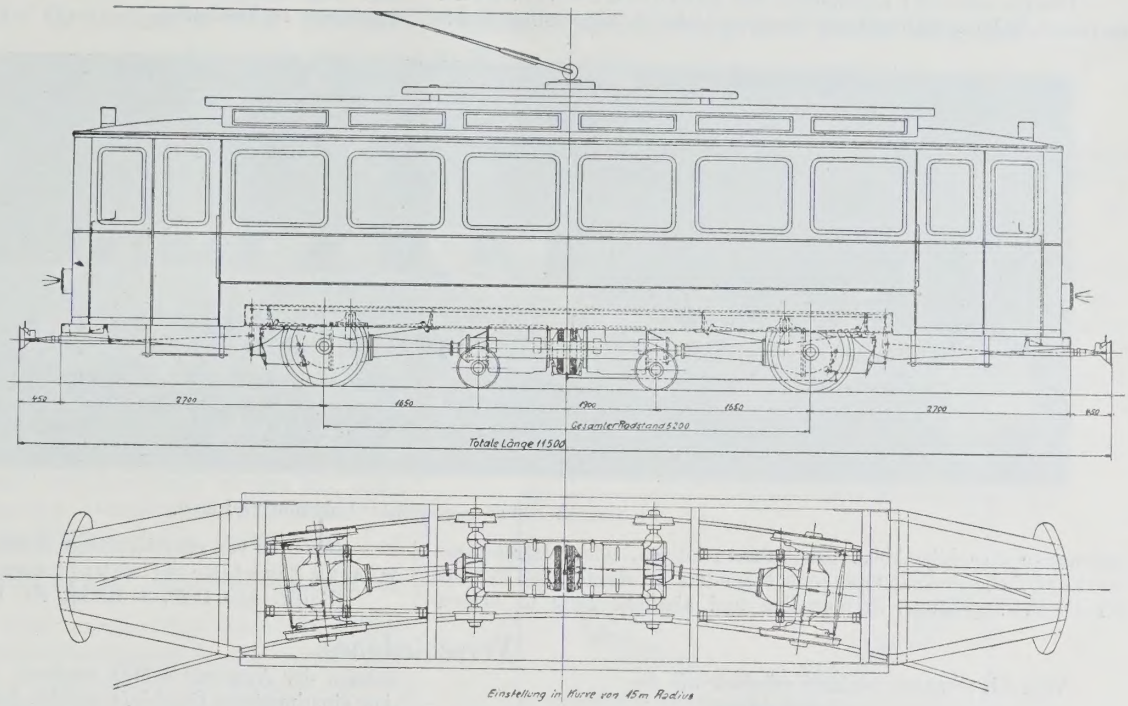
Rauchrohre, Anzahl	32 St
„ Durchmesser	133 m
Rohrlänge	3658
Heizfläche der Feuerbüchse	15,2 m
„ „ Rohre	156,0 „
„ des Überhitzers	35,2 „
„ im ganzen H	206,4 „
Durchmesser der Treibräder D	1219 m
„ „ Laufräder	724 „
Reibungsgewicht	77,55 t
Dienstgewicht G	122,15 t
Vorrat an Wasser	19,0 m
„ „ Brennstoff	7,0 t
H : G	1,7

(The Railw. Eng. 1926, Mai.) R. I

Neuartiges Untergestell für Strafsenbahnwagen.

Die neue Konstruktion, die allerdings wohl nur für Strafsenbahnwagen in Betracht kommt und hierfür auch bestimmt ist, bietet ein besonderes Interesse dadurch, dafs hier zum ersten Mal bei einem auf Schienen laufenden Triebfahrzeug die Achsen unterbrochen sind; die Räder einer Triebachse lassen eine geringe gegenseitige Verdrehung zu (bei Strafsenbahn-Anhängewagen sind getrennte Achsen schon öfters ausgeführt worden); damit ist bis zu einem gewissen Grad der theoretischen Forderung Rechnung getragen, dafs in Krümmungen das äufsere Rad einen gröfseren Weg zurücklegen mufs als das innere. Aufserdem wird in geschickter Weise das auf der Abbildung 1 zu sehende innere zweiachsige Motor-Traggestell dazu benutzt die Radialstellung der Achsen zwangläufig herbeizuführen.

Auf dem Trag- und Lenkgestell sind die beiden Antriebsmotoren federnd gelagert. Die äufseren Lagerdeckel der Motoren sind als Kugelköpfe ausgebildet und umfassen die Deichseln der Treibachsen gelenkig; dadurch wird bei einer Auslenkung die richtige Einstellung der Treibachsen in den Kurven herbeigeführt. Diese Deichseln stellen ferner über die Treibachsen und Federn hinweg die Verbindung des Lenkgestelles mit dem übrigen Fahrzeug dar.



Neuartiges Untergestell für Strafsenbahnwagen.

Das Drehmoment des Elektromotors wird über ein Kardangelenk und eine Welle, die beide von der Lenkdeichsel staubdicht umschlossen sind, durch ein Kegelräderpaar auf eine der Treibachse parallele Vorgelegewelle übertragen. Letztere trägt zwei Stirnräder, von denen jedes eine Hälfte der geteilten Achse anzutreiben hat.

Um eine gegenseitige Verdrehung der Räder einer Treibachse in der Kurve zu ermöglichen, erfolgt die Kraftübertragung von den Stirnradkränzen auf die mit den beiden Achsstümpfen fest verbundenen Naben unter Zwischenschaltung von Spiralfedern. Kurze Kurventeile, die mit entgegengesetzter Krümmung aufeinander folgen, können dadurch ohne Gleiten der Räder auf den Schienen durchfahren werden. Auf diese Weise ist das verwickelte die Ausnützung der Adhäsion ungünstig beeinflussende Differentialgetriebe vermieden. Allerdings erlaubt die Einrichtung nicht, Strecken, deren Anfang und Ende zusammengeschlossen ist, stets im selben Sinn zu durchlaufen.

Die gesamte Zahnradübersetzung ist in einem Stahlgufskasten, der die Radachsen als Hohlachse umschliefst und mit der Lenkdeichsel fest verschraubt ist, staub- und öldicht gelagert. Der Kasten trägt eine Gleitfläche in einem pfannenartigen Aufsatz. Die obere Deibplatte ist als Querträger ausgebildet, der an seinen Enden mit der Mitte der Tragfedern des Wagenkastens fest verbunden ist. Der Wagenkasten ist an den Enden der weichen Tragfedern mittels schräg stehender Laschen aufgehängt. Diese müssen die kleine Verkürzung des Radstandes ausgleichen, die beim Befahren von Kurven eintritt.

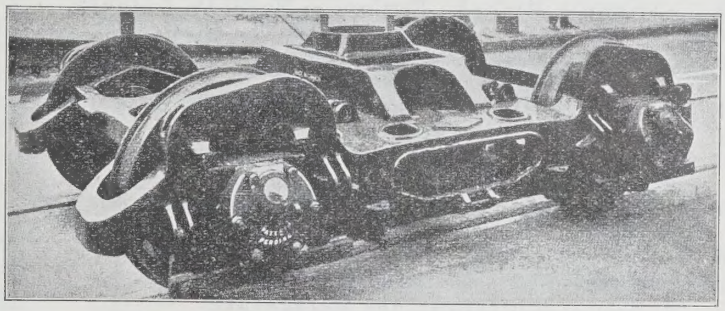
Neben den Hauptteilen des Antriebes sind auch die Bremsen in Anlehnung an den Automobilbau ausgeführt, wodurch die bei Bremsstacken mit Hängeeisen auftretende teilweise Blockierung der Tragfederwirkung und der hierbei eintretende harte Lauf der Wagen verhütet wird. Das Untergestell besitzt sechs Bremsstellen, die unter sich durch Gestänge ausgeglichen sind. An den vier Treibrädern sind staubdicht verschalte Innenbackenbremsen mit den sehr wirksamen und sich trotzdem wenig abnützenden Chekkobelägen eingebaut. Bremsen auf den Motorwellen bremsen die lebendige Kraft der Anker so, so dafs die Zahnräder keine Bremskräfte aufzunehmen haben.

Für Trambahnen bietet der von der Schweizerischen Lokomotivfabrik ausgeführte, von dem Direktor Buchli entworfene Wagen, der bei der Züricher Strafsenbahn in Versuchsbetrieb genommen ist, in vielfacher Hinsicht bemerkenswerte neue Wege.

Schweizer. Bauzeitung, Juni 1926.

Lokomotiv-Drehgestell aus Stahlgufs.

Die Kanadische Nationalbahn hat ein neuartiges Lokomotiv-Drehgestell entwickelt, dessen Rahmen aus Stahlgufs in einem Stück hergestellt ist. Wie die Textabbildung zeigt, hat das neue Drehgestell Aufsenlager mit Fettschmierung; es wird nicht gebremst, jedoch ist die Möglichkeit des Einbaus einer Bremseinrichtung vorgesehen.



Lokomotiv-Drehgestell aus Stahlgufs.

Das erste derartige Drehgestell ist seit 18 Monaten unter einer 2 D 1 Lokomotive im Betrieb, ohne dafs sich Anstände ergeben hätten. Eine Wertung der Achslager soll erst nach über 11000 km Fahrtleistung erforderlich sein, wodurch sich das Durchfahren längerer Strecken ermöglichen läfst. Aufserdem wird die leichte Zugänglichkeit aller wichtigeren Teile hervorgehoben.

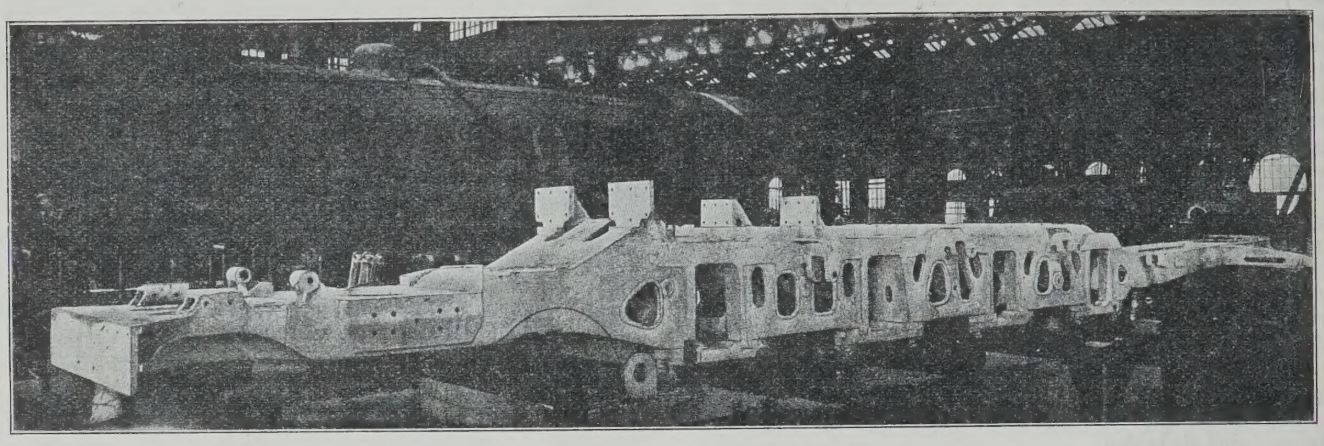
Zweifellos haben die Erfahrungen mit den aus einem Stück gegossenen Tender- und Wagen-Drehgestellen zum Entwurf dieses Lokomotiv-Drehgestells geführt. Man darf also wohl annehmen, dafs sich jene bewährt haben. In diesem Zusammenhang scheint es bemerkenswert, dafs auch die Tender der vor kurzem fertiggestellten neuen 1 E Einheits-Güterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn Drehgestelle mit aus einem Stück gegossenen Stahlgufs-

Rahmenwangen erhalten haben. Zu einer Herstellung des ganzen Rahmens in einem Stück hat man sich hier allerdings noch nicht entschlossen. R. D.

(Railw. Age 1926, 1. Halbj., Nr. 35.)

In einem Stück gegossener Lokomotivrahmen.

Der für eine 2D1-Lokomotive der Southern Pacific Bahn bestimmte Rahmen stellt eines der gröfsten bisher fertiggestellten Stahlgufsstücke dar (siehe Abb.). Die Rahmenwangen, Querverstrebungen und Kopfstücke sind samt den sonst besonders anzubringenden Trägern für die Bremsgehänge, Bremswellen und ähnliche Teile in einem Stück gegossen; dadurch fällt ein grofser Teil der sonst vorhandenen Bearbeitungsstellen weg. Das Gufsstück ist annähernd 16 m lang, 1,3 m hoch und 3 m breit, sein Gewicht beträgt einschliefslich der natürlich besonders angebrachten Achsgabelstege 18,4 t. Der verwendete Stahlguls enthält 0,18% Kohlenstoff und 0,73% Mangan; zum Eingiefsen in die Form war die Zeit von 11 Minuten erforderlich. Zur Bearbeitung des Gufsstücks waren besondere Werkzeugmaschinen zu beschaffen.



In einem Stück gegossener Lokomotivrahmen.

Der Guls von fünf derartigen Rahmen wurde von der Commonwealth Stahl-Gesellschaft vorgenommen. R. D.

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 10.)

Verschiedenes.

Vom Eisenbahnzentralamt erhalten wir die

Entscheidung

des Preisgerichts für den Spannungs- und Schwingungsmesser-Wettbewerb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

A. Verzeichnis der zur Bewerbung zugelassenen Mefsgeräte.

Es wurden eingereicht je ein Spannungsmesser von:

1. H. Honegger, Feinmechaniker in Corcelles (Schweiz) — Modell A. Mayer;
2. Rendel, Tritton & Palmer, London — Modell Fereday-Palmer;
3. Lehmann & Michels, Hamburg — Modell Dr. Geiger;
4. Dr. Reutlinger, technischer Physiker, Darmstadt;
5. H. Sürig, Bahnmeister a. D., Hannover

und je ein Schwingungsmesser von:

1. Lehmann & Michels, Hamburg — Modell Dr. Geiger;
2. H. Maihak A.-G., Hamburg;
3. Dr. Reutlinger, technischer Physiker, Darmstadt, vereinigt mit dem oben bezeichneten Spannungsmesser;
4. H. Sürig, Bahnmeister a. D., Hannover, vereinigt mit dem oben bezeichneten Spannungsmesser;
5. Trüb, Täuber & Co., Zürich — Modell de Quervain,

insgesamt acht selbständige Mefsgeräte.

B. Prüfung der Mefsgeräte.

Die Erfüllung der Bedingungen des Preisausschreibens wurde ermittelt hinsichtlich:

a) der Bauart und Handhabung,
b) der statischen und dynamischen Wirkung.

Hierzu wurden eingehende Versuche im Laboratorium mit einem eigens dazu geschaffenen Schütteltisch und praktische Erprobungen an einer eisernen Fachwerkbrücke unter dem Einflufs schwerer elektrischer Lokomotiven und einer beweglichen Einzellast vorgenommen.

Insbesondere wurde geprüft: Art der Aufzeichnung, Wetterschutz, Fernschalteinrichtung, Schreibverfahren; Freisein von Reibungswiderständen und Resonanzerscheinungen, Formtreue der Aufzeichnung, Anbringungsmöglichkeit an die Bauglieder, Handhabung und Bedienung.

C. Ergebnis der Prüfung.

Das allgemeine Ergebnis der Prüfung war die Feststellung, dafs die entscheidenden Anforderungen des Preisausschreibens von keinem der Apparate erfüllt wurden. Deshalb hat das Preisgericht den einstimmigen Beschlufs gefafst, keine Preise zu verteilen.

Das Preisgericht verkennt aber nicht, dafs die Preisbewerber durch ihre Beteiligung am Preisausschreiben wesentliche Beiträge zur Weiterentwicklung der Brückenmefstechnik geliefert haben.

In Anerkennung dieses Umstandes hat sich das Preisgericht entschlossen, entsprechend dem Wert der Arbeit für den technischen Fortschritt den Bewerbern Beträge in Gesamthöhe von 20000 ℳ zukommen zu lassen. Den Restbetrag der Ausschreibung von 13000 ℳ empfiehlt das Preisgericht zur Verbesserung und zum Ankauf geeigneter Mefsgeräte zu verwenden.

Von dem Betrage von 20000 ℳ sind zuerkannt worden:

dem Spannungsmesser der Firma Rendel, Tritton & Palmer, London — Modell Fereday-Palmer . .	4000 ℳ
dem Spannungsmesser der Firma Lehmann & Michels, Hamburg — Modell Dr. Geiger	3000 „
dem Spannungsmesser der Firma H. Honegger, Corcelles (Schweiz) — Modell Meyer	3000 „
dem Schwingungsmesser der Firma Lehmann & Michels, Hamburg — Modell Dr. Geiger	3000 „
dem Schwingungsmesser der Firma H. Maihak, Hamburg	3000 „
dem vereinigten Spannungs- und Schwingungsmesser von Dr. Reutlinger, Darmstadt	1500 „
dem vereinigten Spannungs- und Schwingungsmesser von H. Sürig, Hannover	1500 „
und dem Schwingungsmesser der Firma Trüb, Täuber & Co., Zürich — Modell de Quervain . . .	1000 „

D. Veröffentlichung der Prüfverfahren und Ausstellung der Apparate.

Ausführliche Veröffentlichungen über die unter B aufgeführten Prüfverfahren bleiben vorbehalten. Die eingereichten Mefsgeräte werden in der Zeit vom 10. bis 18. Januar 1927 im Eisenbahnzentralamt, Wochentags von 10 bis 3 Uhr, Sonntags von 10 bis 1 Uhr im Zimmer Nr. 129 ausgestellt werden.

Bei der Prüfung der Schwingungs- und Spannungsmesser und der vom Preisgericht getroffenen Entscheidung über die Bewertung der eingereichten Apparate wurde Herr Professor Dr. Ing. Hort von der Technischen Hochschule Berlin als Sachverständiger auf dem Gebiete des Schwingungsmesserwesens zugezogen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker**, Nürnberg, unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss**, Dresden.

82. Jahrgang | **30. Januar 1927** | **Heft 2**

Experimentelle Grundlagen der Thermit-Schienenschweifsung auf freier Strecke.

Von Reichsbahnoberrat **A. Wöhrl**, Nürnberg.

(Schlufs.)

Hierzu Tafel 1 bis 3 im Heft 1.

Längenausdehnung der Schienen und Kräftewirkung.

Die theoretischen Beziehungen zwischen Längenausdehnung der Schienen durch Temperaturwechsel und der Kräftewirkung (Elastizitätsziffer) sind bekannt.

Ein Schienen-Stahlstab von 60, 84 und 108 m Länge ändert nach den obigen Versuchsergebnissen seine Länge bei $\pm 30^0$ C (hierbei werden $+ 10^0$ C als Ausgangstemperatur oder als Nullpunkt angenommen, damit Ausdehnung und Zusammenziehung gleich grofs werden) um $\frac{1}{60000} \cdot 30^0 = \frac{1}{2000} \cdot l$ also um + 3 cm bzw. 2,4 cm bzw. 5,4 cm.

Wenn dieser Stab durch axialen Druck oder Zug wieder auf seine ursprüngliche Länge zurückgebracht werden soll, mufs eine Kraft X (kg/cm^2) wirken bzw. diese Kraft X . Elast. Modul = = Längenänderung durch die Wärme oder X . 0,00000045 . l = $= \frac{1}{2000} \cdot l$ oder $X = \pm 1090$ kg/cm^2, das heifst, ein Stab von 1 cm^2 Querschnitt bedarf einer axialen Zug- oder Druckkraft von 1090 kg, um bei Temperaturlängenänderung wieder auf seine ursprüngliche Länge zurückgebracht zu werden.

Da die Versuchsschienen ein Stahlbündel von 44,71 cm^2 darstellen (bayer. Form IX), so ist die hierfür notwendige Druck- oder Zugkraft bei $\pm 30^0$ C = 44,71 . 1090 = $\pm$ 48,73 t, das heifst, die obige Schiene wirkt bei $\pm 30^0$ C infolge ihrer Längenänderung auf jedes sich ihr entgegenstellende Hindernis (Schwellen) mit einer Kraft von $\pm$ 48,73 t und zwar von der Schienenmitte als dem Ausgangspunkt oder Nullpunkt der Ausdehnung nach beiden Seiten gleichmäfsig.

Der Vorgang bei der Behinderung der Schienenausdehnung durch die Schwellen usw. (innerer Gleiswiderstand) ist nicht so einfach zu erfassen, als dies auf den ersten Blick erscheint. Es handelt sich eben nicht um die Wirkung eines starren Stabes (Schiene) auf eine Anzahl Schwellen, die alle ungefähr den gleichen Widerstand bieten, sondern um die Wirkung eines in allen seinen Teilen selbst die gleiche Kraft von $\pm$ 48,73 t erzeugenden Stabes (Schiene) auf die Schwellen, die — je weiter sie von der Schienenmitte entfernt liegen, — um so mehr durch die Schienenausdehnung verschoben werden. Der Widerstand der Schwellen wächst aber proportional (es ist eine parabolische Zunahme anzunehmen) zu ihrer Verschiebung in der Bettung.

Es ergibt sich demnach etwa das in Textabb. 2 wiedergegebene Bild für Kraftwirkung der Schiene und Widerstand der Schwelle.

Die Widerstandslinie der Schwellen ist für die verschiedenen Oberbauformen, dann für die verschiedenen Bettungsstoffe, dann für Sommer und Winter sehr verschieden. Die Schienenkraft nimmt ab, wenn das Hindernis (Schwelle) ausweicht und die Schiene sich ausdehnen kann. Sie wird gleich Null, das heifst spannungslos, wenn sie die volle Ausdehnung oder Verkürzung erreicht.

Je länger eine Langschiene, desto gröfser mufs bei ihrer Längenänderung die Verschiebung der Schwellen, desto gröfser mufs also auch der Widerstand der äufsersten Schwellen werden. Der Widerstand der Schwellen wird — wie anzunehmen ist — auch bei gröfster Verschiebung stets kleiner sein, als 48,73 t, das heifst die Schienenenden werden sich bei $\pm 30^0$ C stets bewegen und die Schwellen verschieben. Hierdurch wird aber die Schienenkraft sofort kleiner als 48,73 t und allmählich wird Gleichgewicht eintreten, wenn der Widerstand der Schwellen gleich der Schienenkraft wird.

Eine z. B. infolge der Kälte im Gleis sich verkürzende Schiene kann am besten mit einem gespannten Gummiband verglichen werden, das in all seinen Teilen die gleiche Spannung aufweist und dessen mittlere Teile beim Nachlassen der Spannung und beim Verkürzen des Bandes den geringsten,

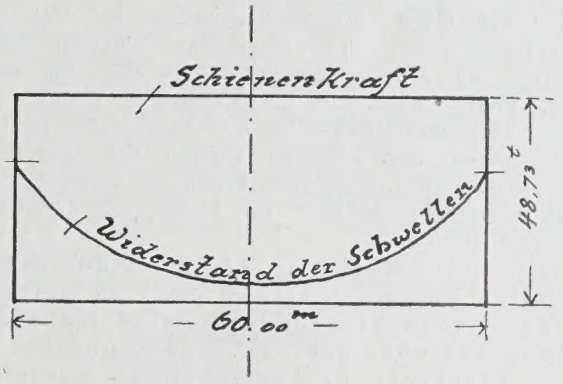


Abb. 2.

dessen Enden den weitesten Weg zurücklegen. Die Spannung im gesamten Band nimmt proportional (linear) zur Verkürzung ab.

Ein anderes Beispiel zum Vergleich: Eine Schiene von 60 m Länge sei auf einem starren Unterbau in Abständen von je 1 m in der Weise befestigt, dafs der Widerstand an jedem Befestigungspunkt gleich 60 t ist.

Das Bild für Kraftwirkung der Schiene und Widerstand des Unterbaues würde dann folgendes (Textabb. 3):

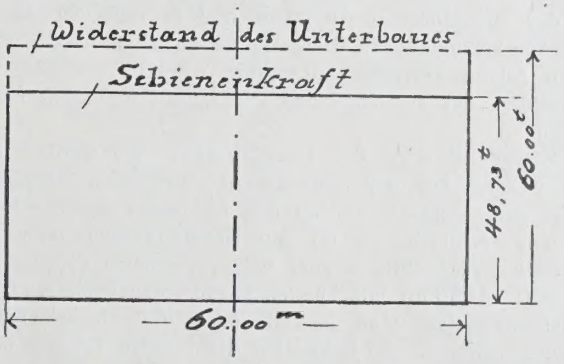


Abb. 3.

Die Schiene kann sich nicht bewegen, sie hat aber in all ihren Teilen bei ± 30 C eine Spannung von 48,73 t.

Solch hohe Spannungen (1090 kg/cm^2) übersteigen zwar noch nicht die zulässige Beanspruchung der Schienen, sie sind aber nur zulässig, wenn die Schienen gegen seitliches Ausknicken vollständig gesichert sind. Hierbei ist auch noch zu

berücksichtigen, dass neben dieser sehr hohen Axialkraft noch die Biegungskräfte infolge der rollenden Lasten wirksam sind.

Die Möglichkeit der Schweifsung der freien Strecke wird zunächst auf die Tatsache gestützt, dafs die Schienen eines modernen Zuggleises nicht frei beweglich sind. Sie müssen den erheblichen inneren Widerstand der Befestigungsmittel und der Bettung überwinden und es wird vielfach — allerdings bisher ohne exakten Nachweis — behauptet, dafs dieser Widerstand die Hälfte der auftretenden Ausdehnung der Schienen aufzehre, das heifst, dafs an den geschlossenen Stöfsen bei $\pm 30^0$ C höchstens $\pm \frac{48{,}73}{2} = \pm 24{,}37$ t auftreten.

Nach den obigen Untersuchungen, wonach der Widerstand der Schwellen mit ihrer Längenverschiebung vermutlich nach einer Parabel zunimmt, erscheint die Gröfse des Widerstandes der Schwellen als eine (nicht lineare) Funktion der Schienenlängen, d. h. bei einer gewissen Schienenlänge wird z. B. durch den Schwellenwiderstand die halbe Schienenausdehnung aufgezehrt, bei einer gröfseren Schienenlänge noch mehr als die Hälfte. Doch findet dies eine Grenze in dem Widerstand der Bettung.

Bei den obigen Messungsergebnissen hat sich gezeigt, dafs der innere Widerstand der Gleise gleich Null oder mindestens sehr gering war. Diese Versuche können aber, wie schon erläutert, hierfür keinesfalls als mafsgebend gelten, da die Schienen auf alten Holzschwellen teils aufgenagelt, teils aufgeschraubt waren, also keine einwandfreie Schienenbefestigung wie sie in modernen Zugsgleisen üblich ist, vorhanden war.

Hier erscheint es aber am Platze, die grundsätzliche Frage zu stellen:

Ist es nicht besser, auf den Widerstand der Schwellen und der Bettung ganz zu verzichten und den Langschienen durch eine lockere Verbindung zwischen Schienen und Schwellen sowie durch entsprechende Ausziehstöfse, sowie durch Verankerung der Schienenmitten ihre volle symmetrische unbehinderte Ausdehnung zu sichern, statt sie durch zu feste Verbindung zwischen Schienen und Schwellen zu behindern und die Gefahr von Gleisverwerfungen zu schaffen?

Die Beantwortung dieser Frage mufs der Zukunft und den weiteren Erfahrungen und Versuchen überlassen bleiben.

Weitere Versuche werden eine wesentliche Klärung des verschiedenen Verhaltens der einzelnen Oberbauarten und ihrer inneren Widerstände im Sommer und Winter bringen. Diese inneren Widerstände experimentell festzustellen, erscheint als eine der dringlichsten Aufgaben und es wäre wünschenswert, wenn von verschiedenen Dienststellen an allen möglichen Oberbauten solche Versuche ausgeführt würden, um den inneren Widerstand der verschiedenen Oberbauarten rechnerisch festzulegen.

Erst dann wird die Frage beantwortet werden können, welcher Weg bei der Schweifsung der freien Strecke ohne Gefahr eingeschlagen werden und ob besser kürzere Schweifsstrecken, (etwa bis 60 m) mit Normallaschen oder längere (mindestens 150—200 m oder noch wesentlich gröfsere Längen (von 500—1000 m) mit Ausziehstöfsen vorzuziehen sind und ob im letzteren Fall eine lockere oder eine feste Verbindung zwischen Schienen und Schwellen die bessere Lösung bedeutet.

Da die Kosten guter Ausziehstöfse sehr hoch sind (200—400 ℳ für einen Schienenstofs), so mufs mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit angestrebt werden, die Langschienenstrecken so grofs als möglich zu wählen.

Wanderung der Langschienen.

Eine weitere wichtige Frage, durch die das Problem der Schienenschweifsung der freien Strecke wesentlich beeinflufst wird, bildet die Wanderung der Schienen oder de Gleise.

Es interessiert zunächst die Frage, ob die Wanderun der Schienen bzw. des Gleises bei geschweifsten Strecke geringer wird. Es liegt der Gedanke nahe, dafs infolge d Langschienen die Haftfestigkeit der Schienen an den Schwelle gröfser wird, dafs infolge der vielzähligen Verbindungen v Langschienen mit den Schwellen das Gleis einen gröfsere Widerstand gegen das Wandern auszuüben vermag.

Demgegenüber ist zunächst zu bemerken, dafs — insowe die Wanderung auf die Wirkung der rollenden Räder einschlie lich Bremsung zurückzuführen ist — die Wanderung im allg meinen die gleiche bleiben wird, solange die Länge d geschweifsten Strecken nur ein Bruchteil der Zuglänge ist — auf der Schweifsstrecke also verhältnismäfsig ebensoviel Achse die Wanderung erzeugen, wie wenn nur 2 oder 3 Achsen a einer Schienenlänge von 15 m rollen. Der Mehrlänge d geschweifsten Schiene entspricht die gleiche Mehrzahl v Achsen — also mufs auch die Wanderwirkung im allgemein die gleiche sein — soweit sie nicht auf die Stöfse selb zurückzuführen ist.

Günstiger werden die Verhältnisse bei sehr langen Strecke vor allem wenn die Schweifsstrecken ein Vielfaches der Zu länge erreichen. Es ist klar, dafs hier der Schubwirkung d Zuges ein wesentlich gröfserer Widerstand entgegengeset wird, da auf die Strecke verhältnismäfsig viel weniger Achs treffen und wirken.

Je länger die geschweifsten Schienen üb Zuglänge hinaus werden, desto geringer wird d Wanderung und es erscheint unter diesem G sichtspunkt zweckmäfsig, die Schienen in d gröfstmöglichen Längen zu verschweifsen.

Die Ursachen der Wanderung (gleichviel ob reine Schiene wanderung, oder Schienen mit Schwellenwanderung) sind folgend

1. Schläge der rollenden Lasten auf die aufnehmend Stofsschienen und auf unebene sonstige Schienenstelle
2. Wirkung der rollenden Reibung und Reibungswid stände zwischen Rad und Schiene.
3. Bremswirkung der Fahrzeuge.
4. Ungleiches Abrollen der Räder auf fester Achse Kurven, da das äufsere Rad stets einen gröfser Weg zurücklegen mufs als das innere.
5. Wirkung der Triebräder der Lokomotiven, die Schienen nach rückwärts zu verschieben trachten.
6. Längsschub infolge der Wellenbewegung der Schien unter den rollenden Lasten.

Die vorstehenden Ursachen führen zu Schienen- bz Gleiswanderungen, die aber in ihrer Wirkung aufserordentli mannigfaltig und oft schwer zu ergründen sind. Die beid Schienen eines Gleises verhalten sich oft ganz verschied besonders bei eingleisigem Betriebe. So schwierig die kl Erkenntnis der Ursache in einzelnen Fällen auch ist, ei steht fest, dafs die Wanderung eine der gröfsten Gefah für ein seitliches Ausweichen der Gleise (Verwerfungen) bild wenn nämlich die Ausdehnungslücken über eine gröfsere Stre durch Wanderung sich schliefsen und hierzu dann noch e starke — aber behinderte — Temperaturausdehnung tr Hierüber soll weiter unten noch einiges ausgeführt sein.

Die Feststellung, ob die Wanderung der Schienen b des Gleises bei geschweifsten Langschienen verhindert o wenigstens vermindert wird, ist von höchster Wichtigkeit, w gerade die Wanderungen die gröfste Gefahr f Verwerfungen bilden und weil es von dies Wanderungen zum guten Teil abhängt, ob Schwe fsungen der freien Strecke überhaupt oh Betriebsgefahr zugelassen werden können.

Von den vorgenannten Ursachen der Wanderung scheiden bei geschweifsten langen Strecken die Schläge auf die aufnehmenden Schienen aus, alle anderen Ursachen bleiben unverändert bestehen. Um das Mafs der Wirkung der Stofsschläge wird daher allgemein die Wanderung in geschweifsten Strecken geringer sein als in gewöhnlichen Gleisstrecken. Dieses Mafs wird relativ erheblich sein in Strecken, in denen keine Bremsung stattfindet, wesentlich geringer aber in Bremsstrecken, da hier die Wirkung der Bremsung auf die Wanderung überwiegt.

Die einzelnen Anteile rechnungsmäfsig festzustellen, ist bei der Verwickeltheit der Wanderursachen nicht leicht möglich, ein Ziel der weiteren experimentellen Forschung, wird aber sein, festzustellen, wie grofs eben in normalen Zuggleisen für verschiedene lange Strecken der Wanderschub bzw. die Wanderung tatsächlich innerhalb gewisser Zeiträume wird und zwar einerseits in Bremsstrecken, andererseits in nicht gebremsten Strecken.

Auf diese Weise läfst sich wohl ein brauchbarer Mafsstab finden für die Gröfse der Wanderung verschiedener Oberbauarten und Längen für Brems- und Nichtbremsstrecken. Damit ist den Beamten der Gleisunterhaltung ein Mittel an die Hand gegeben, doch einigermafsen sich darüber Aufschlufs zu geben, welche Schienenbewegung auf Wanderung und welche auf Temperatur-Ausdehnung zurückzuführen und wann der Zeitpunkt gekommen ist, um schädliche Wirkungen der Wanderung durch Zurückziehen der Schienen zu verhindern.

Gleis-Verwerfungen.

Im nachfolgenden soll noch die Gefahr der Verwerfungen bei Schweifsstrecken erörtert werden. Diese Gefahr erscheint den meisten Fachleuten als ausschlaggebend, um von vornherein Schienenschweifsungen auf freier Strecke grundsätzlich abzulehnen.

Sie sagen, dafs, wenn die freie Bewegung der Schienen, wie sie jetzt in den Laschenkammern bei normalem Anziehen der Laschenschrauben stets möglich ist, verhindert wird, die Schienen derart ungeheuren axialen Druck erleiden müfsten, dafs sie explosiv sich nach der Seite Luft machen werden.

Um hier klar zu sehen, ist es notwendig, die Voraussetzungen für Verwerfungen, ihre Ursachen und die hierbei auftretenden Kräfte und Widerstände des näheren zu untersuchen.

Ich weifs freilich, dafs ich mich dabei auf ein noch wenig durchforschtes Gebiet begebe und dafs es aufserordentliche Schwierigkeiten bietet, um zu exakten Ergebnissen zu kommen. Immerhin soll das erörtert werden, was über Verwerfungen bekannt ist und inwieweit durch experimentelle Versuche eine Grundlage für eine rechnerische Verfolgung der Vorgänge möglich erscheint.

Über Gleisverwerfungen ist im allgemeinen nur bekannt, dafs sie meist nur bei Gleisen aufgetreten sind, die entweder in der Bettung aus Unterhaltungsgründen freigelegt (ausgekoffert) werden mufsten oder die bei Neubauten noch nicht genügend eingebettet waren. Aber auch Gleisverwerfungen voll eingebetteter Gleise sind bisher schon — wenn auch selten — vorgekommen und mir bekannt geworden, wenn auch im technischen Schrifttum darüber nichts zu finden ist.

Es ist ferner wohl als feststehend und durch die Praxis als erhärtet zu betrachten, dafs Verwerfungen nur dann aufgetreten sind, wenn der Unterhaltungszustand eines Gleises mangelhaft war, wenn also die Temperaturlücken eines Gleises infolge Wanderung auf längere Strecken geschlossen waren oder die Laschenschrauben infolge zu strammen Anziehens die Längenausdehnung der Schienen verhinderten, bei abnormen Wärmegraden also ganz unzulässig hoher Druck in den Schienen auftreten mufste.

Gleisverwerfungen haben also bisher in den meisten Fällen zur Voraussetzung gehabt, dafs die Schwellen ganz oder teilweise frei lagen und ferner gleichzeitig, dafs die Temperaturlängenänderung behindert war.

Es kann nicht Wunder nehmen, wenn unter solchen Umständen der geringe seitliche Widerstand, den die Schwellen in der blosgelegten Bettung finden, durch den aufserordentlich hohen axialen Druck in den Schienen, deren Knickfestigkeit ja bei gröfserer Länge des Gleises der eines Stahldrahtes zu vergleichen ist, mühelos überwunden wird und plötzlich ein Gleis mit einem Ruck die bekannte Schlangenlinie zeigt, auf der jeder Zug entgleisen mufs.

Es ist aber immerhin bemerkenswert und beruhigend, dafs der seitliche Widerstand eines eingefüllten Gleises bei den bisherigen Schienenlängen und den hieraus sich ergebenden Druckspannungen, die bei schlechtem Unterhaltungszustand doch auch heute schon eine ungewöhnliche Höhe erreichen konnten, bisher im allgemeinen genügt hat, um Verwerfungen hintanzuhalten, dafs also der nicht allzuhohe seitliche Gleiswiderstand genügte, um ein Ausknicken der Schienen nicht aufkommen zu lassen und mindestens den Gleichgewichtszustand zu erhalten.

Es wird daher für die Erforschung der Gleisverwerfungen in erster Linie notwendig, experimentell den Widerstand festzustellen, den die verschiedenen Oberbauarten in den verschiedenen Bettungen (mit und ohne Verfüllung) einer seitlichen Verschiebung (bei Doppelbahnen nach aufsen!) entgegensetzen, andererseits aber rechnerisch zu ergründen, welche seitlichen Kräfte bei Beginn der Knickung von Langschienen in Geraden und Kurven auftreten können.

So einfach sich die experimentelle Feststellung der seitlichen Widerstandskraft eines Gleises gestaltet, so schwierig ist die rechnerische Ermittlung des auftretenden Seitenschubs von Langschienen.

Zunächst soll dieser für Kurven untersucht werden.

Wenn A die axiale Spannung einer Schiene ist,

R = Bogenhalbmesser,

l = Bogenlänge,

p = Widerstandskraft des lfd. m Schiene gegen Ausknicken des Bogens und $P = p \cdot l$, so ergibt sich, wenn die halbe Bogenlänge gleich der halben Sehnenlänge gesetzt wird, aus Textabb. 4 die Beziehung:

$$\frac{l}{R} = \frac{P}{A} = \frac{p \cdot l}{A} \quad \text{oder} \quad p = \frac{A}{R},$$

d. h. die auftretende seitliche Kraft p ist proportional dem axialen Schub in den Schienen und umgekehrt proportional dem Halbmesser.

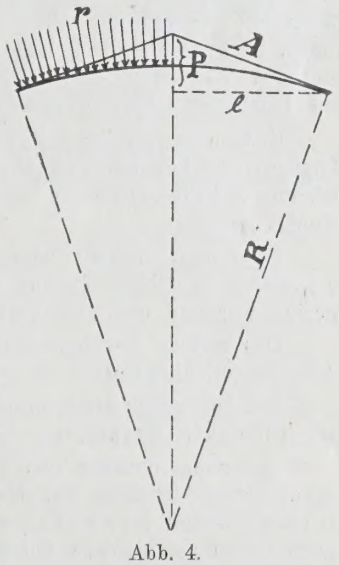


Abb. 4.

Rein theoretisch würde also bei $R = \infty$ (d. h. in der Geraden) $p = 0$ werden, also kein seitlicher Schub auftreten. Dafs dies der Wirklichkeit nicht entspricht, ist klar und gerade der seitliche Schub in der Geraden interessiert uns am meisten, weil er auch am gefährlichsten ist, da die Schienen in der Kurve viel ungefährlicher nach aufsen ausweichen können als ein gerades Gleis, das eine Schlangenlinie bildet — also unweigerlich zu Entgleisungen Anlafs geben mufs.

Man versucht, der Antwort dadurch nahe zu kommen, dafs man berechnet, wie grofs die seitlichen Kräfte p werden bei verschiedenen Kurven und hieraus auf die Gerade schliefst und annimmt, dafs dort keinesfalls gröfsere seitliche Kräfte auftreten können. Inwieweit dies richtig ist, soll weiter unten untersucht werden.

Zunächst soll die seitliche Kraft für verschiedene Halbmesser (1000 m und 500 m) und für den nach dem obigen im ungünstigsten Falle zu erwartenden axialen Schub von 1090 kg/m² berechnet werden für eine Schiene von 56 cm² (bayerische Form X) bei + 30° C.

Wenn R = 1000 m und A = 56 . 1090 = 61000 kg,

wird $p = \frac{A}{R} = \frac{61000}{1000} = 61$ kg/m und für beide Schienen 122 kg m,

d. h. auf den lfd. m drückt das im Halbmesser von 1000 m liegende Gleis mit 122 kg nach auswärts.

Wenn R = 500 m und A = 61000 kg,

wird $p = \frac{61000}{500} = 122$ kg/m und für beide Schienen 244 kg/m.

Das ist nun zweifellos keine erschreckend hohe Seitenkraft und es ist anzunehmen, dafs ein eingefülltes Gleis dem Seitenschub von 244 kg/m leicht Stand hält. Versuche müssen dies bestätigen.

Es wäre aber ganz falsch, anzunehmen, dafs mit dieser rein theoretischen Erörterung die bei Gleisverwerfungen auftretenden Seitenkräfte sämtlich berücksichtigt sind (Fliehkraft der Fahrzeuge usw.) oder gar anzunehmen, dafs, wenn bei Kurven so geringe Seitenkräfte auftreten, dann bei Geraden noch geringere wirken, die Gefahr der Verwerfung also sehr gering sei.

Schon der Umstand, dafs Gleisverwerfungen häufiger in Geraden und unter oder bzw. unmittelbar vor den Zügen auftreten, gibt einen Fingerzeig, dafs die durch die dynamischen Wirkungen der Fahrzeuge entstehenden starken Seitenkräfte nicht unberücksichtigt bleiben dürfen, und dafs diese vielleicht sogar als ausschlaggebend für die Verwerfungen angesehen werden müssen.

Schon Max Maria von Weber (1822 bis 1881, Sohn des Tondichters C. Maria von Weber), der ein hochbedeutender Eisenbahnfachmann war, hat ausgedehnte Versuche über den seitlichen Widerstand der Gleise angestellt und veröffentlicht (»Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise«), indem er hydraulische Pressen an die Schwellenköpfe ansetzte und den Widerstand mafs, und zwar sowohl bei unbelastetem wie belastetem Gleis, sowie an Schwellen allein (ohne Schienen).

Er kam zu dem Ergebnis, dafs unbelastete, an den Schwellenköpfen freie Gleise einen auffallend geringen seitlichen Widerstand leisten, viel kleiner als die seitliche Kraft, die die Lokomotiven damals ausübten.

Er stampfte nun die Schwellenköpfe mit gutem Bettungsstoff ein und fand dann, dafs die Zunahme des Widerstandes sehr gering war und nicht im Verhältnis zu den Kosten stand.

Das gleiche Ergebnis hatte er mit Vorschlagpfählen an den Schwellenköpfen.

Bei belastetem Gleis ergab sich, dafs die seitliche Widerstandsfähigkeit direkt proportional der Belastung zunahm.

Unter den neueren theoretischen Untersuchungen über die verwickelten Vorgänge bei der seitlichen Beanspruchung eines Gleises erwähnt Bräuning die Untersuchungen Bödeckers, nach denen das vordere äufsere Vorderrad einer älteren dreiachsigen steifen Lokomotive mit der Radlast P in den stärksten Krümmungen bis zu 0,6 P, dann die Versuche von Fuchs und Wöhler, nach denen dieses Rad bis zu 0,67 P nach aufsen drückt.

Ferner erwähnt er die Versuche über die Standfestigkeit der Schienen in der Zeitschrift für Bauwesen, 1892, Seite 247.

Bräuning kommt zu dem Schlufs, dafs im freien Betriebsgleis bei ordnungsgemäfsem Gleiszustand, sicherer Schienenlage und angemessener Gleisunterhaltung die im Gleis wirkenden Querkräfte selbst in scharfen Bogen nicht ausreichen, die Standsicherheit der Breitfufsschienen zu gefährden, dafs sie dagegen in sehr scharfen Bogen unter besonders ungünstigen Bedingungen imstande sind, den Spurkranz auf die Aufsenschiene zu heben, weshalb man in neuerer Zeit zur Schutzeinrichtung der Leitschienen gegriffen hat.

Aus der starken seitlichen Beanspruchung dieser Leitschienen durch die auch der Fahrwiderstand bedeutend erhöht wird schliefst Bräuning auf einen Seitenschub der Achsen von 4000 kg.

Dies entspricht etwa $^1/_4$ unserer heutigen Achslasten oder 0,5 der Radlast. Diese seitlichen Kräfte sind also bedeutend gröfser als die durch die Temperaturausdehnung der Schienen entstehenden Seitenkräfte und können für den lfd. m auf $\frac{4000}{4}$ bis $\frac{4000}{2} = 1000$—2000 kg/m angenommen werden.

Hierzu kommt ferner noch die Fliehkraft in gekrümmten Gleisen, die ebenfalls für sich einen wesentlich gröfseren Wert erreicht als die Seitenkraft durch Temperaturausdehnung.

Unbekannt ist heute, welchen Widerstand ein modernes Gleis gegen diese äufseren seitlichen Kräfte leistet.

Fest steht, dafs eingefüllte belastete Gleise bei der heutigen Gleisanordnung infolge der starken Reibung zwischen Schwellen und Schotter gegen Verwerfungen am besten gesichert sind, ferner, dafs eingefüllte nicht belastete Gleise im allgemeinen noch, wenn nicht ganz aufsergewöhnliche Unbeweglichkeit der Stöfse infolge mangelhafter Unterhaltung vorliegt den auftretenden Querkräften einen genügenden Widerstand entgegensetzen, dafs aber nicht eingefüllte unbelastete Gleise — wie dies mit Rücksicht auf die oben berechneten Axial- und Querkräfte nicht anders zu erwarten ist — bei hohen Wärmegraden und unbeweglichen Stöfsen seitlich ausweichen und, wenn sie befahren werden, infolge der dynamischen Querkräfte vor den Radlasten verschoben und verworfen werden können.

Die experimentelle Untersuchung müfste daher als Grundlage für die Beurteilung der Ungefährlichkeit der Schienenschwellung auf der freien Strecke hauptsächlich zu ergründen suchen, wie grofs der Widerstand ist, den eingefüllte normale Gleise der freien Strecke einer seitlichen Verschiebung entgegensetzen und zwar vor allem in unbelastetem Zustande, da stets die vor der Lokomotive liegende unbelastete Strecke zuerst ausknicken wird. Diesen Widerstand auch bei belasteten Gleisen festzustellen halte ich — abgesehen von der Schwierigkeit der Ausführung — nicht für nötig, da ein Ausknicken eines Gleises unter der Lokomotivlast als ausgeschlossen gelten kann. Entgleisungen werden stets dadurch entstehen, dafs die Lokomotive in das bereits verworfene oder bzw. das sich eben verwerfende Gleis hineinfährt.

Es ist mir kein Fall bekannt geworden, dafs eine Gleisverwerfung unter einem Zug entstanden ist, dafs also die belasteten Schwellen sich seitlich verschoben hätten, dagegen sind mir genug Fälle bekannt, dafs unmittelbar vor dem Zug und durch dessen dynamischen Wirkungen veranlafst, ein Gleis sich verworfen hat.

Zur Erforschung der Verwerfungen wäre es von höchster Wichtigkeit, wenn durch eine amtliche Erhebung alle bisher bekannten und vor allem alle künftigen Verwerfungen in ihrem Verlauf und ihren mutmafslichen Ursachen, so weit möglich, geklärt würden. Bisher hat man sich im allgemeinen mit der Kenntnis der Tatsache einer Verwerfung begnügt und die meist nicht einwandfreien Unterhaltungsverhältnisse raschestens verschwinden lassen. Zu einer Erforschung aller Einzelheiten bestand kaum ein Anlafs.

Aber auch wenn der Nachweis erbracht wird, dafs Gleisverwerfungen nicht ohne weiteres und nicht mehr wie bisher zu fürchten sein werden, wird eine besonders sorgfältige Unterhaltung und Beobachtung der Langschienenstöfse notwendig bleiben, um den Gefahren, die aus Wanderung und Temperaturausdehnung und Zusammenziehung (Abscheeren der Laschenbolzen im Winter) entstehen, rechtzeitig zu begegnen. Geschweifste Langschienen, vor allem der freien Strecke, werden die Gleiswirte vor ganz neue Aufgaben stellen und die Beobachtung und Unterhaltung der Schweifsstöfse und der Stofslücken wird wesentlich höhere Anforderungen an die Unterhaltungsbeamten stellen als dies bisher der Fall war.

Schliefslich soll hier noch ein weiterer Einwand Erwähnung finden, der gegen die Schweifsung von Langschienen vielfach geltend gemacht wird. Er liegt allerdings auf einem anderen Gebiete als die vorbehandelten Kräftewirkungen.

Es ist der angeblich erschwerte Ausbau der Schienen, die schwierige Auswechslung beschädigter Schienen, der Transport zur Wiederverwendung ausgebauter Langschienen.

Diese Bemängelungen sind nicht von der Hand zu weisen, aber sie dürfen gegenüber den wirtschaftlichen Vorteilen der Schienenschweifsung im Hinblick auf die leichte Trennung durch autogenes Zerschneiden nicht überschätzt werden. (Siehe auch Organ 1925, Heft 22). Meines Erachtens kann sogar ein Verladen und ein Transport von Langschienen ins Auge gefafst werden, wenn hierfür entsprechend eingerichtete Spezialwagen und Hebezeuge zur Verfügung stehen. Jedenfalls spielt diese Frage der Wiederverwendung der Langschienen nur eine untergeordnete Rolle in dem ganzen Fragenbereich.

Kosten und Wirtschaftlichkeit der Schweifsung.

Schliefslich sollen noch die Kosten der Schweifsung und ihre wirtschaftlichen Erfolge näher erörtert werden.

Eisenbahnamtmann Kranz hat für die besonders schwierig auszuführende Schweifsung im Schlüchterner Tunnel einen Mehraufwand gegenüber dem Laschenstofs von 47,10 ℳ auf einen Schienenstofs errechnet.

Bei den Schweifsungen im Rangierbahnhof Nürnberg betragen die Kosten auf einen Schienenstofs abzüglich der Ersparnisse für Schwellen und Kleineisen 8 bis 12,50 ℳ je nach der Schienenform. Eine weitere Verbilligung ist möglich.

Diesem Mehraufwand steht als Ersparnis im Betriebe gegenüber:

1. Der Wegfall der Unterhaltung der vielen Stöfse, die bekanntlich die meiste Arbeit in der Bahnunterhaltung erfordern, infolge gleichmäfsiger Belastung der Bettung und des Untergrundes;
2. die gröfsere Schonung des Gleises und der Fahrzeuge. Die Unterhaltungskosten der letzteren dürften wesentlich geringer werden;
3. Verminderung der Zugwiderstände.

Wenn auch diese wirtschaftlichen Vorteile in ihrer rechnungsmäfsigen Gröfse heute noch schwierig zu erfassen sind, dürfte doch ohne weiteres anzunehmen sein, dafs sie so grofs sind, dafs die Mehrausgaben für die Schweifsung (auf ein km bis bei 15 m langen Schienen und 60 m Langschienen rund 1000 bis 1200 ℳ) in kürzester Frist (meines Erachtens schon in wenigen Jahren) wieder eingespart werden.

Schlufsfolgerung.

Es ist nach dem Ergebnis meiner vorstehenden Untersuchungen und Erörterungen durchaus zu verstehen, wenn die Hauptverwaltung den Schienenschweifsungen auf der freien Strecke noch sehr zurückhaltend gegenübersteht. Ich hielte es auch für den gröfsten Schaden, wenn in dieser für die Zukunft unserer Eisenbahngleise so überaus wichtigen, ja umwälzenden Frage etwa übereilt vorgegangen würde und durch einen hieraus sich ergebenden Fehlschlag — ganz abgesehen von der Verantwortung bei einem Unfall — die an sich höchst beachtenswerte Sache mit einem Schlage gefährdet würde.

Aber eines steht fest, dafs die bisherigen Bedenken gegen die Schienenschweifsung besonders gegen die Haltbarkeit der Stöfse auf Grund von Ätzproben und mikroskopischen Untersuchungen heute schon grofsenteils überwunden sind und durch die stetige Vervollkommnung des Schweifsverfahrens sicher ganz beseitigt werden dürften.

Die im Rangierbahnhof Nürnberg nunmehr fast $1^1/_2$ Jahre liegenden 186 Stück Schweifsstöfse, die bisher nicht die geringsten Beschädigungen aufweisen, sprechen hierfür.

Wenn nun auch die Schienenschweifsung bei dem heutigen Stande der Erkenntnis und Forschung für die freie Strecke noch als verfrüht bezeichnet werden mufs, so ist sie doch heute schon in ausgedehntestem Mafse zu empfehlen für die schon eingangs erwähnten Fälle (Schienen in Tunneln und auf Eisenbahnbrücken, Übergangsstöfse, Anschlufs von Herzstücken an die Anschlufsschienen, Ablaufgleise in Rangierbahnhöfen, Laufkränze von Drehscheiben, Schiebebühnengleise usw.) und es werden sich hieraus wesentliche technische wirtschaftliche Vorteile mit Sicherheit ergeben.

Dieses Feld der Tätigkeit ist zunächst auch so grofs, dafs eine geraume Zeit darüber vergehen wird, bis man an neue gröfsere Aufgaben, vor allem an die Schienenschweifsung der freien Strecke herangehen kann.

Möge es inzwischen gelingen, die noch fehlenden Versuche bezüglich des inneren Widerstandes der Gleise gegen Verschiebung in der Längs- und Seitenrichtung und die Kräftewirkung bei Gleisverwerfungen mit Erfolg durchzuführen und durch weitere Forschungsarbeit aller für den Fortschritt unserer Eisenbahngleise interessierten Gleiswirte volle Klarheit in all diese Vorgänge zu bringen und so eine sichere Grundlage für die Beurteilung von Wirkung und Gegenwirkung der geschweifsten Gleise der freien Strecke zu schaffen — vor allem aber endgültig die Frage zu klären, ob eine Schweifsung langer Strecken von 500 und 1000 m mit Ausziehstöfsen möglich ist oder ob kurze Strecken etwa bis 60 m unter Beibehaltung der bisherigen Laschenverbindung (also unter Zulassung von Druck- und Zugspannungen, je zur Hälfte) vorzuziehen sind.

Ebenso müfste geklärt werden ob bei der Schweifsung sehr langer Strecken von 500 und 1000 m nicht eine möglichst lockere Verbindung zwischen Schienen und Schwellen, die der Ausdehnung der Schienen keinen allzugrofsen Widerstand entgegensetzt und bei der von vornherein auf den Haftwiderstand der Schwellen teilweise verzichtet wird, die Lösung bedeutet.

Für die Beurteilung dieser Frage ist zuletzt auch noch erwähnenswert, dafs durch Schutz der Schienen gegen unmittelbare volle Sonnenbestrahlung, wie dies auf den Linien der schon oben erwähnten Rheinischen Bahngesellschaft in Düsseldorf mit bestem Erfolg durch Einbetten der Schienen in Kesselasche durchgeführt wurde (Schienen beiderseits auf 20 cm Breite in Asche bis zum Kopf eingebettet), eine wesentlich günstigere Grundlage für die Verschweifsung langer Strecken geschaffen werden kann, wenn auch die erschwerte Zugänglichkeit der Bestimmungsmittel nicht gerade wünschenswert erscheint.

Zur Geschichte der Steilweichen.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **Bäseler**, München.

Hierzu Tafel 4.

Über die Steilweichen liegen neuerdings zwei Aufsätze von dritter Seite vor, nämlich von Niemann »Verbesserung von Weichenfahrwegen«*) und von Marek »Verkürzte Kreuzungsweichen«**).

(Vergleiche auch Miller: »Der Ausstellungsbahnhof auf der deutschen Verkehrsausstellung München 1925«. Zt. d. V. d. E. v. 1925, Nr. 36.)

Die Aufsätze geben mir in einigen Punkten Veranlassung zu Bemerkungen, zu denen ich mich um so mehr gedrängt fühle, als ich wohl weifs, dafs in ihnen die Meinung vieler Fachgenossen zum Ausdruck kommt. Meine Ansichten werden für manche vielleicht etwas Überraschendes haben; ich bitte die Verfasser überzeugt zu sein, dafs ich ihre Meinung auch da verstehe, wo sie Kritik enthält, da ich früher von den gleichen Voraussetzungen ausgegangen bin, und sie durchaus begrüfse, da der ganze Fortschritt davon abhängt, dafs diese Dinge in möglichster Öffentlichkeit erörtert werden.

Niemanns Ergebnisse sind sehr bemerkenswert. Endlich greift ein Mann der Praxis die Frage frisch an, macht eine Reihe von Versuchen und — über den Erfolg brauche ich wohl nichts hinzuzufügen.

Es ist ja leider so, dafs bei unserer grofsen Verwaltung ein neuer Gedanke — selbst bei gutem Willen auf allen Seiten — ein kleines Menschenalter braucht, um sich durchzusetzen. (Das liegt an der Gröfse und ist schwer zu ändern: bei Industriekonzernen ist es oft noch viel schlimmer.) Wo tatkräftige Männer sind, geht es trotzdem schneller; Beispiele sind Magdeburg und München, wo der von Miller geschaffene Lebensmittelbahnhof seit einigen Monaten mit bestem Erfolg in Betrieb ist; Textabb. 1 zeigt die grofse verkürzte Weichenstrafse mit 8 hintereinanderliegenden steilen Kreuzungsweichen; Textabb. 2 zeigt eine steile Kreuzungsweiche in Verbindung mit einer einfachen Steilweiche.

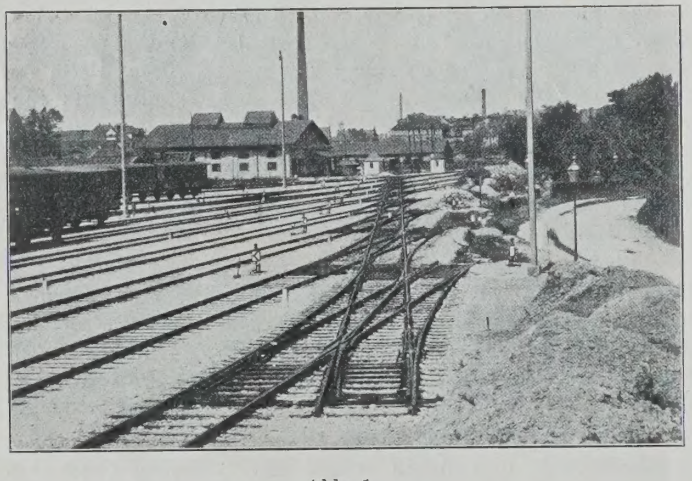


Abb. 1.
Steile Kreuzungsweiche im Lebensmittelbahnhof München.

Wenn ein einzelner einen weittragenden Plan hat, aber nicht die Mittel zur Durchführung, so bleibt ihm nichts anderes übrig, als zunächst eine Teillösung zu schaffen, die seinen Kräften eben erreichbar ist. Man mufs dann später die klar vorausgesehene Wirkung erleben, dafs an dieser Erstlingslösung allerhand ausgesetzt wird. Der Kritiker unterscheidet nicht zwischen dem, was innerlich ungekonnt, und dem, was aus äufserer Beschränkung unerreichbar war. Es ist das ja auch für ihn sehr schwer und erfordert eingehende persönliche Unterrichtung; trotzdem sollten wir uns mehr dara gewöhnen; in Kunst und Literatur ist solche Betrachtungswei viel häufiger.

Ich will nachstehend den Entwicklungsgang der Steilweich schildern und dabei den Schleier von manchen Zusammenhäng ziehen, die bisher verborgen waren, zum Teil absichtlich, u keine Verwirrung anzurichten. Dabei möchte ich zugleic einer tieferen und weiteren Auffassung der Weichenfrage d Weg ebnen.

Ich selbst kam auf das Problem im Jahre 1911 durch d zwangläufigen Ablauf, denn ich brauchte dazu eine steile Ran weichenstrafse. Mir schofs der Gedanke auf, eine Art fo

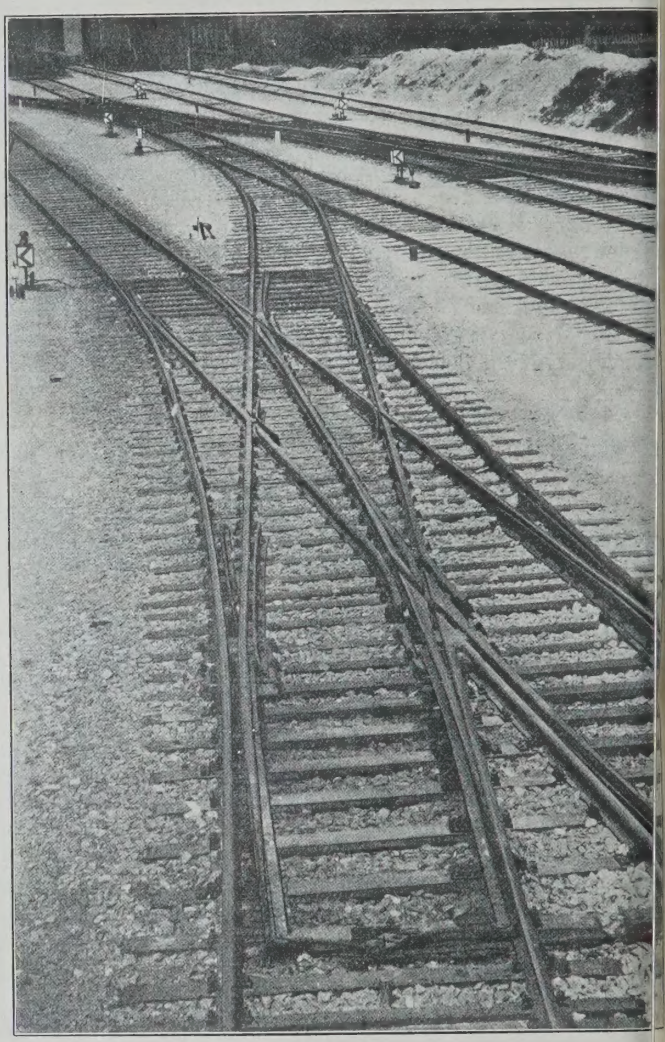


Abb. 2. Steile Kreuzungsweiche in Verbindung mit einfacher Sil-weiche im Lebensmittelbahnhof München.

gesetzte Doppelweiche zu bilden, wie es ja auch geworden ist. Ich merkte sehr bald, dafs nur etwas dabei herauskam, w man die Gleise gekrümmt durch das Herzstück führte; s ist trennen sie sich nicht schnell genug. Die ersten derarten Zeichnungen machte ich 1912 und 1913.

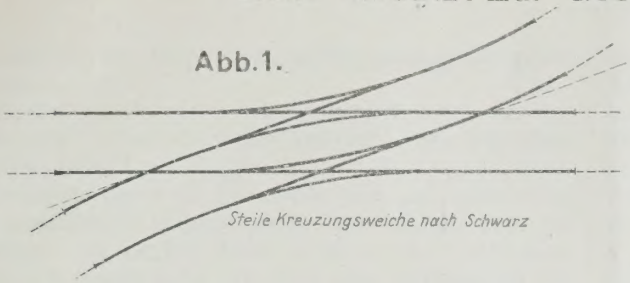
Durch den Krieg wurden die Arbeiten unterbrochen und konnten erst 1917 wieder aufgenommen werden. Es entwickeln sich die drei Grundformen der Weichenreihen: Die zweiseitige gerade, die einseitige gekrümmte und einseitige gerade. Es sind die 1917*) im »Organ« veröffentlichten Zeichnungen.

*) Verkehrstechn. Woche 1926, Heft 23 und 24.
**) Organ für die Fortschr. d. Eis.-Wes. 1926, Heft 12.

*) „Verkürzte Weichenstrafsen". 21. Heft.

Zum Aufsatz: Zur Geschichte der Steilweichen.

Abb. 1.



Steile Kreuzungsweiche nach Schwarz

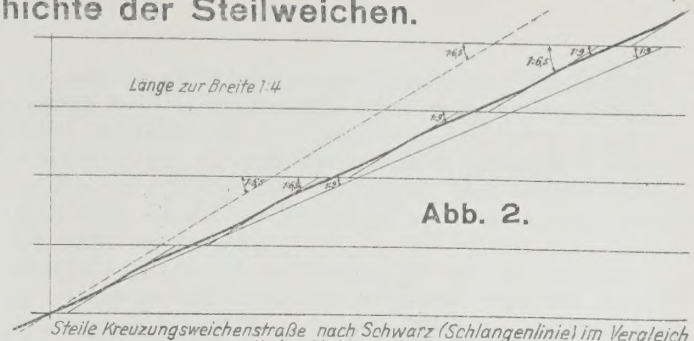


Abb. 2.

Steile Kreuzungsweichenstraße nach Schwarz (Schlangenlinie) im Vergleich mit der Steigung 1:9 und 1:6,5.

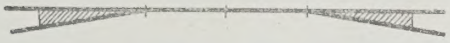
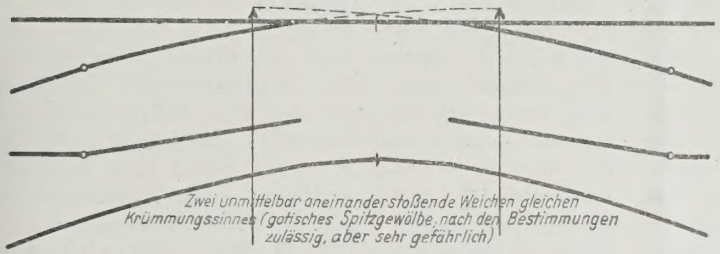


Abb. 3.



Zwei unmittelbar aneinanderstoßende Weichen gleichen Krümmungssinnes (gotisches Spitzgewölbe nach den Bestimmungen zulässig, aber sehr gefährlich)

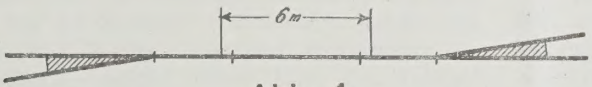
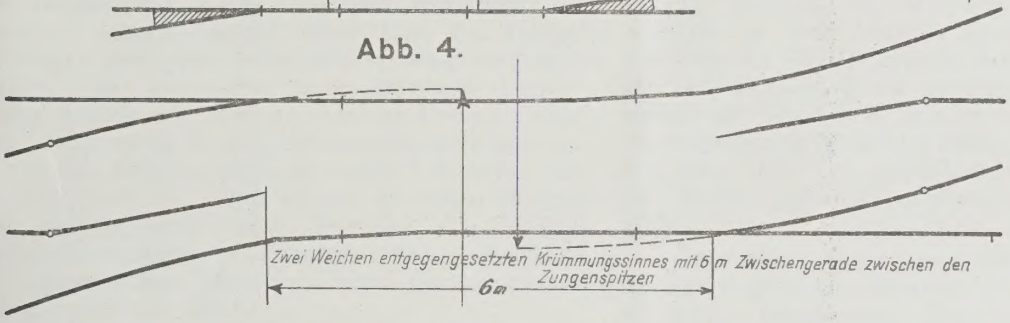


Abb. 4.



Zwei Weichen entgegengesetzten Krümmungssinnes mit 6 m Zwischengerade zwischen den Zungenspitzen

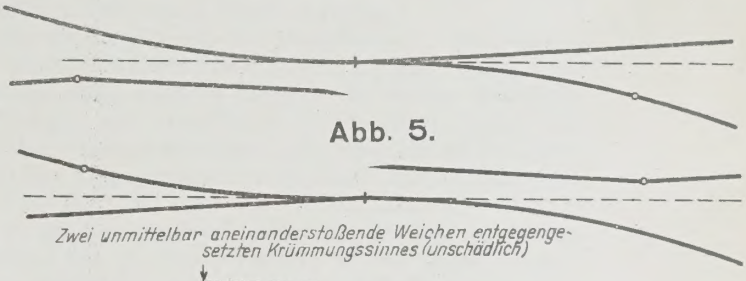
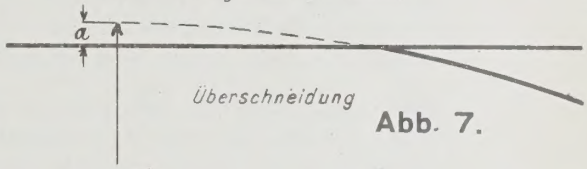


Abb. 5.

Zwei unmittelbar aneinanderstoßende Weichen entgegengesetzten Krümmungssinnes (unschädlich)



Überschneidung

Abb. 7.

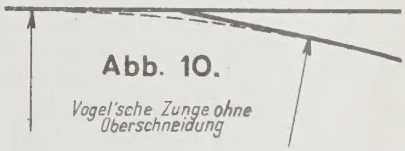


Abb. 10.

Vogel'sche Zunge ohne Überschneidung

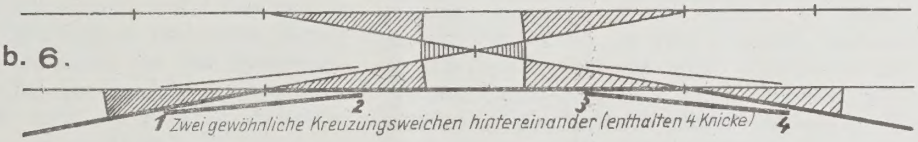


Abb. 6.

Zwei gewöhnliche Kreuzungsweichen hintereinander (enthalten 4 Knicke)

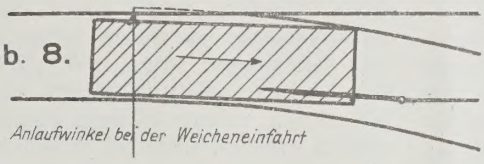
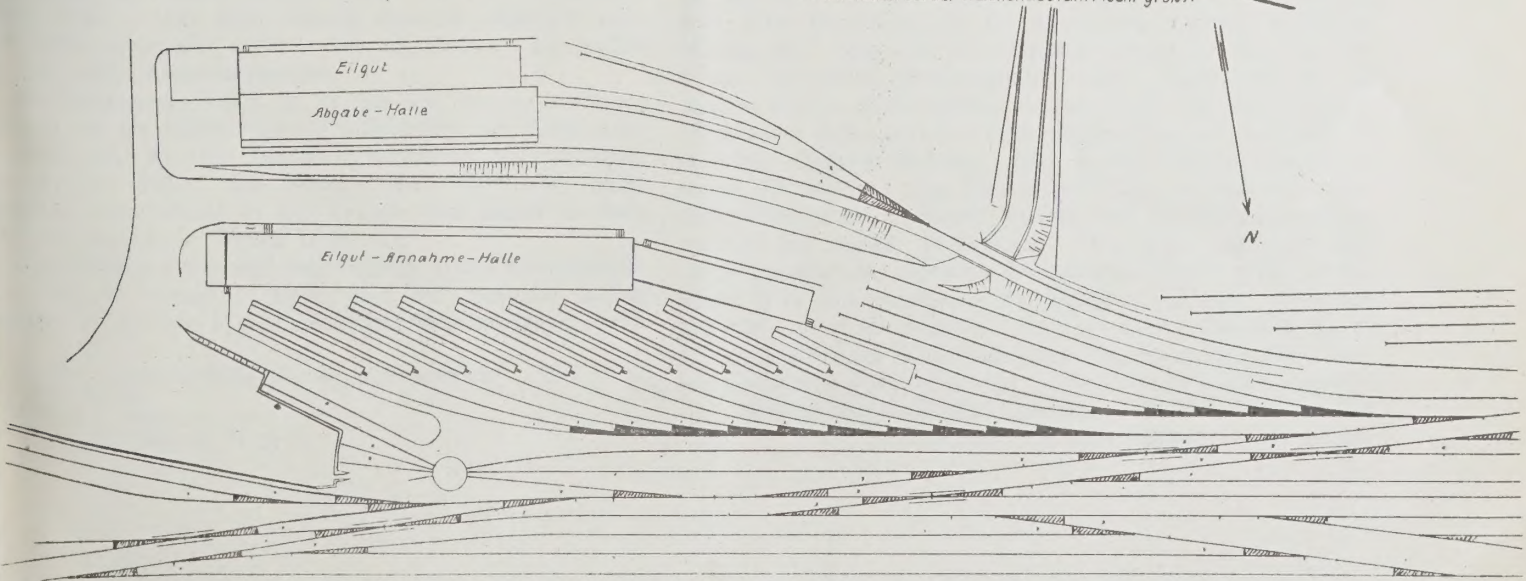


Abb. 8.

Anlaufwinkel bei der Weicheneinfahrt

Abb. 9.

Anlaufwinkel bei der Weichenausfahrt (sehr groß).



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. **Abb. 11. Eilguthalle in München Hbf. mit Steilweichen. (Entwurf.)** C. W. Kreidel's Verlag, München.

918*) erschienen die ersten zusammenhängenden Gleispläne it Steilweichen.

Dafs hierbei am Herzstück Schwierigkeiten auftreten, war ir wohl bewufst. Aber ich wufste aus Beispielen, vor allem r preufsischen einseitigen Doppelweiche 1 : 10, die mit einem ngen 180er Bogen durch das Herzstück geht, dafs gekrümmte erzstücke grundsätzlich möglich waren. Von Gefahren hatte ich e etwas gehört. In der Tat treten ja auch, wie Vogel dann ststellte, Entgleisungen nicht auf, wohl aber Verletzungen des erzstücks. Einstweilen störte mich das nicht. Ich sah mehr f die dahinter liegenden Ziele. Später machte Vogel die tigen Verbesserungen.

Von dem durchgehenden Bogen bei den Weichenreihen r es ein kleiner Sprung, gewissermafsen rückwärts, zur einchen Weiche mit durchgehender Krümmung. fs auch damit praktisch viel zu machen war, lag auf der Hand. e Frage schien mir aber so einfach, dafs sie keinen Reiz te. Ich habe sie immer nur kurz gestreift; hier lag der nwerpunkt bei den Praktikern. Was dabei herauskommt, gt Niemanns Aufsatz, der sich vor allem mit dieser Seite Steilweichen beschäftigt. Übrigens hat mancher von uns Felde, und auch schon früher manche Verwaltung und ncher Bahnmeister, sich, so gut es ging, »Steilweichen« ormt; nur genehmigt waren sie nicht, namentlich nicht in eufsen. Schwarz**) und Vogel***) haben später die Frage führlich behandelt, und die einfache Steilweiche ist dann ch viel schneller von der Fachwelt aufgenommen worden, als anderen Formen, weil sie dem allgemeinen Bewufstsein, das n Vorhandenen ausgeht, ungleich näher liegt. Die Anfänge gen bei Vogel auch schon weiter zurück, ebenso vermutlich Schwarz. Sehr wesentliches baute und plante in dieser nsicht schon früh die württembergische Verwaltung, von aber leider wenig in die Öffentlichkeit gedrungen ist.

Was sich mir hingegen sofort als Aufgabe darstellte, war Kreuzungsweiche. Wenn wir mit den steilen Weichen grofsen etwas anfangen wollten, brauchten wir unbedingt zugehörige Kreuzungsweiche. Vermutlich war das überhaupt Grund, warum frühere Ansätze zu steilen Weichen niemals ernde Form gewonnen hatten.

Schwarz hat sich diese Frage auch vorgelegt und kam zu Form der Abb. 1, Taf. 4. Man legt in dem einen Strang derseits eine durchgehende Krümmung an das Kreuzungseck. Die Weiche ist einzeln für manche Fälle sehr nützlich, sogar unentbehrlich und ist auch in Vogels Weichengramm aufgenommen. Aber in durchgehenden Strafsen? hwarz hat allen Ernstes vorgeschlagen, mehrere solche ichen hintereinander zu legen, wobei eine Schlangenlinie auskommt (Abb. 2, Taf. 4). Wer würde das wirklich ausren? Und dabei ist die durchschnittliche Neigung der ichenstrafse gar nicht einmal merklich gröfser als die der öhnlichen, weil immer wieder in die flache Neigung zurückogen wird. — Auf diese Lösung kam ich natürlich auch rt, habe mich aber nicht dabei aufgehalten. Ich suchte h der steilen Kreuzungsweiche.

Das Gerippe war sofort da, es war die zweischienige iche, wie sie später Vögele ausgebildet hat (siehe z. B. emanns Abb. Nr. 18). Aber sie entsprach den Anforderungen ht, die ich stellte. Die Weiche hatte übergrofse, kaum endbare Anfallwinkel an den Zungen oder wurde so flach 7), dafs sie keinen Vorteil mehr bot.

Alles pafste: es war gerade noch möglich, in dem beschränkten um, der zur Verfügung stand, auch bei genügend steilen gungen (1 : 5,5 bis 1 : 6,5) den Bogen unterzubringen, wenn man von ihm die übliche Überschneidungslänge abschnitt und Zungenspitze an Zungenspitze legte; es war, als ob der — hier schlechthin entscheidende — Gleisabstand von 4,5 m gerade darauf bemessen sei, es noch eben möglich zu machen; nur in der Mitte, wo jetzt die eine Schiene liegt, wollten sich die Linien nicht fügen; die beiden Schienen waren nicht aneinander vorbei zu bringen.

Endlich kam ich auf die Lösung der einen Schiene; sie gab gerade so viel Raum, als nötig war, und war auch genügend einfach herstellbar. An den Enden, wo sie in zwei Schienen auseinanderläuft, gab es eine Überschneidung, aber was lag daran? Es war nichts anderes als an jeder Zunge, und ich gewann noch etwas Raum dadurch.

Freilich, die Lösung war sehr ungewöhnlich. Ich verhehlte mir nicht, dafs sie schweren Widerständen begegnen würde, hatte ich doch in mir selbst damit zu kämpfen. Es war ein Widerstreit zwischen Vernunft und überlieferter Form; zuletzt mufste jene siegen. Diese Auseinandersetzung mufs jeder einmal vollziehen, der sich mit der Frage ernstlich beschäftigt. Die Allgemeinheit, die dazu keine Zeit hat, wird sich einfach daran gewöhnen, wie sie sich bei den bestehenden Weichen an viel schlimmere Dinge gewöhnt hat, an das Herzstück, an die Zunge — einen sehr heiklen Bauteil — und an die Überschneidung, an diese so sehr, dafs die meisten gar nicht wissen, dafs an der Zungenspitze ein Knick ist.

Niemann, der so warm für die Steilweichen eintritt, läfst gegen die Kreuzungsweiche noch eine deutliche Zurückhaltung erkennen, und Marek findet, bei grundsätzlicher Anerkennung ihrer Vorzüge, mancherlei an ihr auszusetzen, vor allem die Knicke und die gemeinsame Mittelschiene, bei der er Stufenbildung bei einseitigem Fahren befürchtet. Er wendet sich daher lieber der zweischienigen Form zu, versieht sie mit flachen Zungenanfallwinkeln, wobei notwendig die Neigung sehr flach wird (1 : 7), und findet dann, dafs die Weiche der mit gleichen Elementen möglichen gewöhnlichen Weiche 1 : 8,5 gegenüber keine rechten Vorteile mehr bietet.

Ganz recht! Das ist ein Schlufs, den ich bei dem Entwurf der Kreuzungsweiche unzählige Male gezogen habe, um ebenso oft wieder umzukehren. Denn es ist ein verhängnisvoller »circulus vitiosus«. Weil man mit so flachen Winkeln nichts gewinnt, und weil die zwei Schienen notwendig dazu führen, deshalb mufs man die eine Schiene und bis zu einem gewissen Grade auch die Knicke nehmen, es sei denn, dafs sie wirklich solche Nachteile hätten, dafs sie die Weiche gefährlich oder doch gegenüber unserer jetzigen sehr unterlegen machten.

Dafs das nicht der Fall ist, möchte ich jetzt im einzelnen zeigen. Zunächst die eine Schiene. Zugegeben: Die Stufenbildung kann eintreten. Aber das würde doch zunächst nur beweisen, dafs man die Weiche nicht da verwenden sollte, wo auf dem einen Gleis sehr viel mehr gefahren wird, als auf dem anderen. Aber noch mehr: An jeder Zungenvorrichtung und jedem Herzstück tritt bei einseitigem Fahren die Stufenbildung auf. Also sind alle Weichen schlecht? Oder soll der Fehler der steilen Kreuzungsweiche darin liegen, dafs sie von solchen Stellen mehr enthält, etwa so viel wie zwei andere? Wir scheuen doch auch zwei hintereinanderliegende, gewöhnliche, einseitig befahrene Weichen nicht; in den Hauptgleisen liegen sie zu Hunderten. Man darf nicht vergessen, dafs bei Gleisentwicklungen die einfachen Weichen und einfachen Kreuzungsweichen bei weitem überwiegen. Wie wenig zahlreich sind vergleichsweise die doppelten Kreuzungsweichen? Und nur bei ihnen kann eine vermehrte Stufenbildung eintreten, und auch nur dann, wenn sie einseitig befahren werden. Überdies, macht es uns heute wohl Schwierigkeiten, für die Mittelschiene verschleifsfesteren Stahl zu nehmen? Dann ist doch alles beseitigt.

Ist denn das nicht eine Unterfrage, die höchstens auf den Preis — in der Anschaffung oder Unterhaltung — etwas aus-

*) „Die Anpassungsfähigkeit von Weichenreihen". Z. d. V. D. V. 1918, Nr. 32.
**) Z. d. B. 1920, Nr. 19.
***) Z. d. B. 1921, Nr. 71/72.

macht? Ich habe nie behauptet, dafs man eine steile Weiche nehmen solle, wo es mit einer flachen auch geht. Aber wo es nicht geht, und wo wir mit steilen Strafsen sonst unmögliche Fahrwege schaffen, den Betrieb flüssig machen, das Rangieren abkürzen, die Übersicht verbessern, einen Bahnhof auf einem gegebenen Raum überhaupt erst möglich machen können? — Die Steilweichen sind in erster Linie Sache des Bahnhofbildners, und erst in zweiter des Oberbaumannes. Von Betrieb und Bahnhofgestaltung aus müssen sie gewertet werden, und es würde an sich nicht das mindeste beweisen, wenn sie oberbautechnisch bis zu einem gewissen Grade schlechter wären, solange sie nicht gefährlich sind. Der Einwand der Stufenbildung ist also nicht falsch, aber er ist nicht ausschlaggebend.

Nun die Knicke. Mein Kritiker denkt frei genug, nur ihre Häufung zu beanstanden, nicht die Knicke an sich. (Sehr viele stofsen sich auch daran. Sie wissen nicht — oder bedenken nicht — dafs jeden Augenblick Tausende von Zügen über solche Knicke fahren, nämlich an den Zungenspitzen, wo es doch viel gefährlicher ist, als an dem festverschraubten Knick der Mittelschiene.) Grundsätzlich stimme ich natürlich zu. Man darf Knicke nicht beliebig häufen; sonst kommt schliefslich jeder beliebige Halbmesser heraus. Die Sache liegt nur so, dafs wir in unseren jetzigen Weichenverbindungen ungleich gefährlichere Häufungen zulassen, ohne es zu wissen, während die Knicke bei der steilen Kreuzungsweiche wohlweislich ausgeglichen sind.

Ein Beispiel. Unsere Bestimmungen erlauben, zwei Weichen gleicher Krümmung mit der Spitze aneinanderzulegen (Abb. 3, Taf. 4). Der Verlauf der Fahrkurve ist ein gotisches Spitzgewölbe, wenn auch mit etwas abgeflachter Spitze. Man braucht sich das nur einmal zu überlegen, um ein Gefühl dafür zu bekommen, was man einer grofsen Lokomotive an einer solchen Stelle zumutet. Diese Weichenverbindung ist — und von vielen anderen Stellen gilt das auch — für gewisse »unfühlige« Lokomotiven bei gewissen Geschwindigkeiten eine »absolut sichere Entgleisungsvorrichtung.« Merkwürdigerweise verlangen unsere Bestimmungen eine 6 m lange Zwischengerade, wenn die Weichenkrümmung wechselt (Abb. 4, Taf. 4). Dabei könnte man sie hier, soweit das Fahren in Betracht kommt, allenfalls sparen; das wäre sogar von Vorteil, falls man, wie es z. B. in Frankreich üblich ist, die Weichen kürzt und die Zungenspitzen so nahe wie möglich zusammenschiebt, weil dann für die S-Fahrt die Knicke fast verschwinden. Zwei steile Kreuzungsweichen stofsen so aneinander (Abb. 5, Taf. 4). Diese Überlegung erleidet eine gewisse Einschränkung durch die Rücksicht auf hinreichende Pufferüberdeckung, wie Vogel eingehend dargetan hat; dessenungeachtet könnte man noch Weichen 1 : 9, bei denen die Backenschienen vor der Zungenspitze auf halbe Laschenlänge gekürzt sind, ohne Gefahr direkt zusammenstofsen, und flachere Weichen auch ohne diese Hilfsmittel.

Unsere Bestimmungen geben also in diesem Punkte fast das Gegenteil von dem, was richtig ist. Bei gleichem Krümmungssinn braucht man die Zwischengerade, bei ungleichem nicht immer. So etwas kommt heraus, wenn man bei den Weichen die Überschneidung vergifst. Geheimrat Cauer, der Mitglied des über diese Frage beratenden Ausschusses war, hat mir einmal erzählt, wie es zuging, als diese Bestimmungen das letztemal festgesetzt wurden. Er wufste — wie es scheint als einziger —, dafs hier etwas nicht stimmte, konnte aber das Zustandekommen nicht verhindern. In den T. V. wird eine Zwischengerade bei gleichem Krümmungssinn empfohlen, was unbedingt notwendig ist; aber in den preufsischen Anweisungen für das Entwerfen von Eisenbahnstationen fehlt das.

Die Sache hängt eng damit zusammen, dafs wir über den Bogenlauf überhaupt nur gänzlich unklare Vorstellungen haben, was man im einzelnen niemanden übelnehmen kann, da das — von einigen wenigen schon seit langem erkannte — Richtige fast nirgends gelehrt wird*). Aber der Erfolg ist, dafs v unseren Bestimmungen über Bogenlauf, festen Radstand, Spu erweiterung usw. gut die Hälfte auf falschen Voraussetzung beruhen.

Alle diese Dinge waren mir schon damals im wesentlich bekannt; man darf also wohl glauben, dafs ich die ste Kreuzungsweiche nicht ohne ihre Berücksichtigung entwa

Marek versucht, um den Knicken beizukommen, ein Ersatzradius zu konstruieren. In der Tat ein naheliegend Weg, den ich auch oft versucht habe. Ich weifs heute, d man den Einflufs eines Knickes auf den Lauf des Fahrzeu durch einen Ersatzradius überhaupt nicht ausreichend wied geben kann; aber das führt hier zu weit. Immerhin ist e Ersatzradius eine erste Annäherung, man mufs ihn nur richt legen. Das hängt von der Beantwortung der Frage ab, w weit der Einflufs des Knickes sich erstreckt. Dafs die U stetigkeiten und Härten, die er für das Fahrzeug mit s bringt, sich in einiger Entfernung verlieren, ist klar. Es nü nichts, einen sehr starken Knick durch eine noch so la darauf folgende Gerade ausgleichen zu wollen.

Passender Weise gleicht man wohl auf eine Länge a die etwa dem gröfsten festen Radstand = 4,5 m entspri Das tut im allgemeinen auch Marek. Damit kommen z. folgende Ersatzhalbmesser heraus.

	Halbmesser	Zungenwinkel	Ersa hal mes
Einfache preufsische Weiche 1 : 9 6d .	190	40′	16
Einfache preufsische Weiche 1 : 8 8a .	180	60′	15
Einfache preufsische Weiche 1 : 7 6d .	140	90′	11

Man mufs bei jeder gewöhnlichen Weiche ein Stück an die Zunge anschliefsenden geraden Gleises für den gedach Ausrundungsbogen in Anspruch nehmen, wenn man zu e halbwegs brauchbaren Vorstellung gelangen will. Es ist nichts Ungewöhnliches, wenn das bei der steilen Kreuzu weiche auch nötig wird. Der wirkliche Weichenbogen ist ihr beiderseits noch nicht zu Ende, sondern greift in die gera Gleise über.

Bei den »gotischen Spitzgewölben« wird es natürlich schlimm. Man erhält

bei 1 : 9 . . . . . **127** m
bei 1 : 8 . . . . . **93** »
bei 1 : 7 . . . . . **72** »

Man sieht, dafs die Ersatzradien von 163 und 13 die Marek für meine Weiche 1 : 3,5 ausrechnet, noch z lich harmlos sind. Die Knicke liegen eben so weit auseinan dafs sie sich nicht mehr beeinflussen. Ungünstiger wird schon bei der ursprünglichen Vögeleschen Weiche 1 : 6 w des grofsen Anfallwinkels.

Noch ein Beispiel. Wenn man zwei gewöhnli Kreuzungsweichen nach Abb. 6, Taf. 4 zusammenlegt und b in krummem Strang befährt, hat man auch vier Knicke; e — mindestens für den einzelnen Fall — genau dasselbe. würde daran Anstofs nehmen? — Aber an solche naheliegen Vergleiche wird nicht gedacht. Und selbst wenn solche Fä mehr vorkommen: Die steile Kreuzungsweiche erzielt auch den so viel gröfseren Winkel, wenn auch nicht ganz doppelten wie zwei einfache Kreuzungsweichen. Wir kön bei sehr grofsem Gleisabstand aus gewöhnlichen Kreuzungsweichen steile Strafsen von doppeltem Winkel bilden; w jemand einwenden, darin seien zu viel Knicke?

*) Siehe „Spurerweiterung oder nicht?“ Z. d. V. D. E. V. 1906, Nr. 8, 9, 10, 12, 13.

Marek bemängelt den grofsen Zungenanfallwinkel von 72'. Aber solange wir solche Winkel überall an den Rangierweichen haben, wo nicht einmal ein nennenswerter geometrischer Gewinn dadurch entsteht, wird es nicht verboten sein, ihn auch bei der steilen Kreuzungsweiche zu verwenden, wo sehr viel dadurch gewonnen wird. Die preufsische Weiche 1 : 8 hat 60', die bayerische 67', andere haben ähnliche Werte.

Mit dem Anfallwinkel ist es überhaupt eine eigene Sache. Niemand hat eigentlich eine Vorstellung, wie weit er zulässig ist, und das ist auch schwer zu sagen. Die Überschneidung unterschlägt ein Stück des Bogens. Da offenbar die Querbeschleunigung des führenden Rades das Entscheidende ist bei tangentialem Bogenansatz ist sie $\frac{v^2}{r}$, nämlich gleich der gewöhnlichen Zentripetalbeschleunigung), so mufs wohl das vom Querweg unterschlagene Stück a das Kriterium bilden (Abb. 7, Taf. 4). Es wächst mit dem Quadrat des Anfallwinkels; infolgedessen scheint mir, dafs man die Gefahr des Anfallwinkels nach seinem Quadrat einschätzen mufs. Dann sind aber Werte von 90', wie sie die Weiche 1 : 7 und die Vögelesche steile Kreuzungsweiche 1 : 6 enthalten, ungleich gefährlicher, als Werte von 60 bis 72', nämlich um 55 % bis 125 %.

Gute Weichenbauer haben deshalb immer gesucht, den Anfallwinkel klein zu machen, oder ihn durch Einlegen eines flachen Halbmessers in die Zunge auszugleichen, was auf dasselbe herauskommt. Bei fast allen Verwaltungen finden sich solche Formen; die von Marek angeführte sächsische Form mit 180 m Halbmesser und nur 47/2' Anfallwinkel ist ein gutes Beispiel. Nur kann man nicht, solange grofse Anfallwinkel ebenher ganz üblich sind, sie einer Konstruktion besonders anlasten.

Damit wären wohl Mareks Einwendungen im wesentlichen erschöpft. (Mit seinen Ausführungen über die Worte «verkürzt» und «verkürzend» gehe ich einig; ich hatte das Wort verkürzt gewählt, weil es sprachlich einfacher ist; aber es ist nicht ganz richtig.) Aber nun sei eine Frage gestattet: Marek spricht so viel über mögliche Nachteile der steilen Kreuzungsweichen, warum hat er nicht die seit Jahren liegenden Gesucht? Es wäre von seinen Befürchtungen wohl nicht viel übrig geblieben; denn die, die solche Weichen haben, sind ihr zufrieden damit.

Das ist auch nicht allzu verwunderlich. Nach obigem ist klar, dafs die Weiche 1 : 5,5, als Rangierweiche, allen bestehenden Formen durchaus ebenbürtig ist und mit der schlechten Weiche 1 : 7 auch nicht entfernt verglichen werden kann. Dabei erweist sich ihre Massigkeit, die ich erst fürchtet hatte, als ein grofser Vorzug; sie hält die Gleislage gut. In Bebra liegt eine Weiche vor dem Lokomotivschuppen, wo sie ständig von grofsen Lokomotiven befahren wird. Ich habe Versuche gemacht, ob man — namentlich bei Lokomotiven mit grofsem Überhang — die «Knicke» spürt; es merkt sie weder, der davon weifs. Den Lokomotivbeamten waren sie auch nicht aufgefallen.

Niemann spricht von der «stolzen» Neigung 1 : 5,5. Es scheint kein Druckfehler zu sein; denn der Ausdruck kehrt mehrfach wieder. Nun, ich brauche von diesem Stolze nichts zurückzunehmen; die Weiche hat genau das geleistet, was sie sollte, ja eigentlich noch mehr.

Als ich die Lösung der einen Schiene hatte, war der Plan schnell gefafst. Nun galt es, sie durchzukonstruieren, namentlich das schwierige Herzstück. Ich hatte dazu weder die Zeit noch die Einzelkenntnisse. Stierl fand sich bereit. Er ist der erste gewesen, der eine steile Kreuzungsweiche im einzelnen entworfen hat; er tat es aus reiner Freude an der Wissenschaft in seinen Mufsestunden. Das war Ende 1917. Die Zeichnung ist in dem Aufsatz Z. d. V. D. E. V. 1918 Nr. 85/86 veröffentlicht.

Ich hatte später die Weichenmafse genauer berechnet und an Stierl drei geometrische Entwürfe geschickt; eine Weiche 1 : 5,5 und zwei 1 : 6. Stierl konnte aus Zeitmangel nur eine ausarbeiten und ging zuerst an die mit der Neigung 1 : 5,5. So ist das Mafs entstanden. Ich war froh, eine Weiche zu haben und konnte in absehbarer Zeit keine Vergleichsweiche zeichnen lassen. Dadurch ist es gekommen, dafs ich auf diese Weiche festgelegt worden bin, als ob ich weiter nichts erstrebt hätte. Aus den grundlegenden Aufsätzen «Kreuzungsweichen 1 : 5»*) und »Verkürzte Kreuzungsweichen«**) dürfte dies indes zur Genüge hervorgehen. Auch andere naheliegende Folgerungen, die sich aus dem gekrümmten Herzstück ergaben und heute in Vogels Normalplan aufgenommen sind — viele von ihm unabhängig gefunden — wurden bald veröffentlicht: »Bogenweichen mit veränderlicher Krümmung«***), »Zwangläufiger Ablaufbetrieb«†), »Die Anpassungsfähigkeit von Weichenreihen«††), »Halbseitig gekrümmte Kreuzungen 1 : 10 zur Verbindung mit Weichen 1 : 14«†††), »Über Grenzmafse einseitiger Doppelweichen« §).

Gegen die veröffentlichte Kreuzungsweiche machte Vögele Einwände und brachte die von Marek auch behandelte zweischienige Weiche 1 : 6 heraus. Sie war geometrisch unmöglich. Aber da sie mit ihren zwei Schienen den bestehenden Anschauungen viel mehr entgegenkam als meine, ihr übergrofser Anfallwinkel nicht immer gleich bemerkt wurde und sie auch gewisse zweifellose Verbesserungen brachte, z. B. die Verlaschung mit der nächsten Weiche, während bei mir die Backenschiene durch zwei Weichen durchging, bereitete sie doch ernste Störungen. Ich hielt die zwei Schienen nur für eine notgedrungene Umgehung des Patentes, überzeugte mich aber später, dafs der Konstrukteur sie tatsächlich selbst für besser hielt, was mir noch unbegreiflicher war. Die Weiche rührte namentlich eine, nach aufsen wegen ihrer Verzwicktheit nicht in Erscheinung getretene Frage auf, nämlich die der Spurerweiterung an der Übergangsstelle zwischen zwei steilen Kreuzungsweichen. Sie hat hier einen wertvollen Anstofs gegeben, obwohl ich mir bei meiner 1 : 5,5-Weiche auch schon Lösungen überlegt hatte, und ist deshalb aus der inneren Entwicklung nicht wegzudenken; aber dafs sie im Entscheidenden, der geometrischen Gesamtform, nicht stimmte, darüber konnte ich nicht im Zweifel sein.

Vögele wies vor allem darauf hin, dafs er schon früher eine ähnliche Weiche gebaut habe, nämlich in den achtziger Jahren auf dem Rangierbahnhof Mannheim. Sie lag aber nur einzeln, nicht in Reihe, und bei grofsem Gleisabstand also war die Raumfrage gar nicht vorhanden. Solche Weichen hat es, wie ich später erfuhr, auch in Österreich und den Niederlanden gegeben. Aber niemand hatte daran gedacht, die Weiche so zusammenzudrängen, dafs sie bei den normalen, kleinen Gleisabständen in Reihe liegen, d. h. eine steile Weichenstrafse ergeben könne. Darauf kam auch Vögele erst durch meine Arbeiten. Dafs die Firma später die Bedeutung der Frage rechtzeitig erkannte und sich durch Gründung der Gesellschaft für Oberbauforschung ein bleibendes Verdienst erwarb, sei schon hier hervorgehoben.

Die Ausführung der Kreuzungsweiche hatte die Dortmunder Union übernommen. Ich glaubte dort Hilfe für meine weiteren Pläne, vor allem die Ausarbeitung eines ganzen steilen Weichensystems zu finden, sah mich aber darin getäuscht. Die Firma

*) Verk. Woche 1917 Nr. 44/52.
**) Z. d. V. D. E. V. 1918 Nr. 85/86.
***) Z. d. V. D. E. V. 1917 Nr. 93.
†) Z. d. V. D. E. V. 1918 Nr. 20/21.
††) Z. d V. D. E. V. 1918 Nr. 32.
†††) Organ f. d. Fortschr. d. Eis.-Wes. 1918, 9. Heft.
§) Z. d. V. D. E. V. 1919 Nr. 43.

arbeitete die Weiche 1 : 5,5 technisch sehr gut durch, wie ihre Bewährung beweist, und gab sich grofse Mühe, sie einzuführen; aber zur Ausarbeitung eines Gesamtplanes fehlte in den damaligen unruhigen Zeitläuften die Mufse. Ich konnte nicht einmal erreichen, dafs die Weiche 1 : 5,5 aufser in der Schienenform 6^d auch in 8^a konstruiert wurde, was am meisten verlangt war. Es entstanden dabei einige kleine Schwierigkeiten, für die ich Lösungen angegeben hatte; sie erschienen offenbar zu merkwürdig. Z. B. sollte die breite 8^a - Schiene an der Mittelstelle etwas schmaler gehobelt werden. Als ob nicht jede Zunge eine sehr schmal gehobelte Schiene ist? und man fährt doch darauf. So war es möglich, dafs dem Zentralamt auf eine amtliche Anfrage geantwortet wurde, die Weiche liefse sich in 8^a nicht herstellen. Dafs man, wenn man schon Bedenken hatte, sich die geringe Mühe machte, für 8^a auf die Neigung 1 : 6 überzugehen, wobei alle Schwierigkeiten verschwanden, daran dachte man nicht. In dem Bewufstsein, der Fachwelt wenigstens etwas Greifbares bieten zu müssen, liefs ich 1921 die kleine Werbeschrift »Verkürzte doppelte Kreuzungsweiche« erscheinen, die nur von der Form 1 : 5,5 sprach. Die Einengung der Vorstellungen auf diese eine Weiche wurde natürlich dadurch erst recht gefördert.

Eine merkwürdige Schwierigkeit, von der auch Marek nicht ganz frei ist, bereitete immer der Endanschlufs der steilen Weichenstrafse im letzten Gleis, wo eine einfache Weiche zu liegen kommt. Aus jeder Kreuzungsweiche läfst sich aber doch durch Weglassen der nicht benötigten Stränge die zugehörige einfache Weiche gewinnen; die Aufgabe ist geometrisch überhaupt nur eine Frage des richtigen Wegradierens. Ob konstruktiv bei der engen Verbindung mit der folgenden Kreuzungsweiche Besonderheiten auftreten, ist zunächst unwesentlich. Der Schlufs ist so zwingend, dafs ich nie begriffen habe, wie man sich bei diesem Punkt länger als eine oder zwei Sekunden aufhalten kann, mufste aber erleben, dafs man immer wieder darüber stolperte. Glücklicherweise pafste zu der Kreuzungsweiche 1:5,5 die einfache preufsische Weiche 1:8; ich bezweifle, dafs es mir andernfalls gelungen wäre, die Konstruktion einer besonderen einfachen Weiche durchzusetzen.

Marek stellt fest, dafs bei der Verbindung der Kreuzungsweiche 1:5,5 mit der einfachen sächsischen Weiche 1:8,5 Schwierigkeiten auftreten. Was beweist das? Wer hat denn gesagt, dafs man so verbinden soll? Man könnte ja auch versuchen, sie mit einer Weiche 1:9 oder 1:10 zu verbinden, was noch viel weniger geht. Oder ist der Sinn des Einspruchs, dafs man dann eben noch eine besondere, sonst in Sachsen nicht vorkommende einfache Weiche brauche? Wenn man die steile Kreuzungsweiche als einen vereinzelten Fall betrachtet, trifft der Einwand wegen der notwendigen Ersatzteile usw. in gewissem Umfang zu. Aber da bin ich eben der Meinung, dafs steile Kreuzungsweichen so wichtig sind, dafs sie — samt allem Zubehör an einfachen Weichen usw. — sehr bald normal sein werden.

Ich kann nicht sagen, dafs ich von amtlicher Seite keine Unterstützung gefunden hätte. Die Bedeutung der Frage wurde an mafsgebender Stelle sofort erkannt, und das Zentralamt erhielt z. B. auf den Aufsatz: »Die Anpassungsfähigkeit von Weichenreihen« Auftrag, sie zu entwerfen, ohne dafs ich mich darum bemüht hatte. Aber das Zentralamt war mit laufender Arbeit so überlastet, dafs dazu wirklich keine Zeit war. Alle grundlegenden und schöpferischen Arbeiten sollen bei uns immer »nebenher« gemacht werden. Ich habe in den folgenden Jahren, aufserhalb der Verwaltung stehend und ohne Aussicht auf Gewinn — ein Patent auf die Weichenreihen war abgelehnt worden — mit einem zur Verfügung gestellten Beamten der Reichsbahndirektion Erfurt für das Zentralamt wenigstens die Berechnungen durchgeführt. Von den zuständigen Dezernenten des Zentralamtes hatte ich persönlich immer Unterstützung und Aufmunterung.

So schien die Sache im Sande verlaufen zu wollen, als mir Vogel im Jahre 1924 schrieb und ein Zusammengehen vorschlug. Vogel strebte ebenfalls den durchgehenden Bogen an, daneben aber auch zugleich die Verbesserung des Weichen einlaufs durch Wegfall der Überschneidung. Das widerspricht einigermafsen der Kreuzungsweiche, bei der diese — mindestens bei kleinem Gleisabstand — unentbehrlich ist. Freilich wollte auch Vogel ein System bilden und brauchte dazu notwendig die Kreuzungsweiche, während mir seine Untersuchungen über die gekrümmten Herzstücke eine wichtige Ergänzung waren. Die Gründe, die er gegen die Überschneidung anführte, schienen mir allein nicht recht durchschlagend, so sehr ich auch den Widersinn dieses unausgeglichenen Knickes empfand. Vogel bewies zwar, dafs im Einlauf (Abb. 8, Taf. 4) bei Zungen mit Überschneidung der Anlaufwinkel mehr steigt, als bei Zungen ohne Überschneidung, aber im Auslauf ist der Anlaufwinkel noch viel gröfser, weil das Fahrzeug schon in der Kurve und meist im Spiefsgang ankommt; (Abb. 9, Taf. 4) daher das Auftreten des bekannten «Sackes» in der Backenschiene. Dagegen hilft die überschneidungslose Zunge zwar auch etwas; der Winkel bleibt aber immer noch erheblich gröfser als im Einlauf. Warum bei der Ausfahrt aus der Weiche Entgleisungen nicht viel häufiger auftreten als bei der Einfahrt, ist mir noch heute eine nicht völlig gelöste Frage. Vielleicht schützt die Nachgiebigkeit der Backenschiene an dieser Stelle, während sie bei Einfahrt, mit der Zunge zusammenwirkend und durch die Grundplatte versteift, nicht nachgeben kann; vielleicht liegt die Ursache auch darin, dafs eine überschnelle Einfahrt in eine Weiche häufig, aus einer Weiche selten eintritt. Inzwischen habe ich freilich genug Gründe gefunden, um Vogels Bemühungen um Wegfall der Überschneidung gründlichst zu unterstützen. Sie im einzelnen zu nennen, würde hier zu weit führen. Kurz gesagt, handelt es sich darum, dafs eine mehrachsige Lokomotive nur dann mit geringem Seitendruck durch eine Kurve läuft, wenn man durch Verschiebbarkeit der Achsen dafür sorgt, dafs möglichst alle Räder anlaufen können (»kurvenfühlig«). Die scharfen Weichenknicke würden aber dazu Verschieblichkeiten erfordern, die praktisch bei Dampflokomotiven nicht gegeben werden können. Der Zusammenhang ist heute auch den Lokomotivbauern noch nicht geläufig. Wenn man ihn aber einmal erkannt hat, ist man nicht im Zweifel, dafs es geradezu ein Segen wäre, und den Lokomotivbauern ihre Arbeit in ungeahnter Weise erleichtern würde, wenn man so schnell als möglich alle Überschneidungen beseitigte.

Hier mufs ich übrigens ein Versehen Niemanns berichtigen. Vogel hat nicht die Absicht, die Zunge ganz spitz auslaufen zu lassen, was nicht haltbar ist, sondern nur dadurch, dafs ihr letztes Stück gerade ist, die Überschneidung wegzubringen. Praktisch wirkt sich das so aus, dafs die Querbeschleunigung des führenden Rades erheblich herabgesetzt wird, wie er mehrfach dargetan hat (Abb. 10, Taf. 4).

Im Austausch der Meinungen zwischen Vogel und mir mufste jeder etwas aufgeben. Ich bekannte mich zu dem Fortschritt, der in der überschneidungslosen Zunge lag, Vogel fand sich bereit, die Überschneidung bei Kreuzungsweichen bestehen zu lassen, suchte jedoch gleichzeitig nach Lösungen, diese Fälle auf ein Minimum zu beschränken, vor allem dadurch, dafs die Kreuzungsweiche wenigstens in den durchgehenden Gleisen lange Zungen bekam, und, wo man gröfsere Gleisabstände hat, auch in der Weichenstrafse. Die Ergebnisse dieser Zusammenarbeit sind bekannt; es ist das allgemeine Weichensystem, welches gewöhnliche und steile Weichen mit möglichst gleichen Einzelteilen enthält und auf der Verkehrsausstellung 1925 in München zum erstenmal ausgestellt war*).

*) Verk. Woche 1925 Nr. 26 bis 29.

Ich möchte nicht verschweigen, dafs fast alle Einzelarbeit von Vogel geleistet worden ist.

Zur planmäfsigen Verfolgung der Arbeit gründete Vögele die Gesellschaft für Oberbauforschung, in der die Steilweichen n ihrer vollständigen Form entstanden und wo alle auf diesem Gebiete tätigen Kräfte von vornherein zusammengefafst und ausgeglichen waren.

Es scheint, dafs Marek die Veröffentlichungen Vogels nbekannt geblieben sind; er würde andernfalls manche Bedenken wohl gar nicht geäufsert haben.

Die Kreuzungsweiche wurde noch oft umgeschaffen. Zunächst ingen wir mit der Neigung schrittweise herab. Wir wollten etzt nicht nur Rangierweichen, sondern auch Zugweichen. Dafs ich ursprünglich mehr auf jene gezielt hatte, lag auch aran, dafs ich glaubte, man würde die mir verwickelt rscheinende Weiche für Züge doch nicht verwenden. Die rfahrung zeigte, dafs keine Bedenken bestanden. Für Züge ufste vor allem der Anfallwinkel gesenkt werden. Was die Knicke« angeht, so entdeckte Vogel, dafs sie zwar nicht an ch nachteilig seien, aber doch in Verbindung mit dem enachbarten Herzstück Zwängungen ergeben könnten. Aus iesem Grunde suchte er sie zu mildern. Sehr schwierig ar, wie schon erwähnt, die Frage der Spurerweiterung am bergang zweier Weichen; an einer Überschneidungszunge ist eine »scheinbare Spurerweiterung« unentbehrlich. Diese rage war bei der Weiche 1:5,5 nur schwer befriedigend zu sen. Die wirklichen Schwierigkeiten liegen also, wie man eht, ganz wesentlich hinter denen, die Marek betrachtet. ch könnte leicht noch ein Dutzend schwieriger Punkte anführen, e bei der Entstehung der steilen Kreuzungsweiche in wochen- nd monatelanger Arbeit überlegt worden sind. Teils erwiesen ch die Befürchtungen als grundlos, teils fand man Abhilfe. er sich in diesen Dingen ein wirkliches Urteil bilden will, mufs sich wohl oder übel lange Zeit damit befassen, und zwar in enger Verbindung mit den Konstrukteuren.

Dafs die Verschubweiche erst 1:5,5, jetzt 1:6, die Zugweiche erst 1:6,25, dann 1:6,5 wurde, stört auch manche Kritiker. »Da stimmt doch etwas nicht, sonst würde man nicht so oft ändern». Die einen sind eben Rangierweichen, die anderen Zugweichen. Ich wundere mich nur, dafs diese Leute sich trauen, über eine Weiche 1:9 zu fahren, wo es doch auch Weichen 1:8 und 1:7 gibt.

Die beste Neigung der sowohl als Zugweichen wie für Rangierbetrieb geeigneten Kreuzungsweichen (Reichsbahn) ist 1:6,5. Für Nebenanlagen (Anschlufsgleise) ist ferner die Neigung 1:6 sehr geeignet. Vogel beabsichtigt, ihre Bauart demnächst in einer Abhandlung zu begründen und dabei Anleitungen für das Entwerfen von Gleisplänen mit Strafsen 1:6,5 und 1:6 bekanntzugeben.

Die einfachen Steilweichen sind heute geläufig geworden, die Kreuzungsweiche fängt an, sich durchzusetzen, die Weichenreihe — für mich der Ausgangspunkt — geht den meisten noch nicht recht ein. Und doch gibt sie nicht nur eine treffliche Anleitung, um zu guten Bahnhofformen zu gelangen*), sondern kann im einzelnen auch tatsächlich vorzügliche Dienste leisten; man betrachte Abb. 11, Taf. 4, die einen Entwurf zur Vermehrung der Ladesteige an der Münchner Eilguthalle darstellt. Hier spielen schon die 5 m Länge, die man je Gleis gegenüber einfachen Steilweichen gewinnt, eine Rolle; zudem gewinnt man nur so die richtige »Form«.

Es ist wohl nicht unbescheiden, wenn ich hier der Hoffnung Ausdruck gebe, dafs die nächsten Schritte in der Steilweichenfrage schneller fördern möchten, als die mühseligen der Vergangenheit.

*) „Verkürzte Weichenstrafsen", Sonderheft V. D. Ing. Seddiner Tagung Seite 229 und „Die Verwendung von Steilweichen in Gleisplänen", Z. d. V. D. E. V. 1925 Nr. 38.

Die Seilschwebebahn auf die Zugspitze.

Von Ing. **Robert Findeis**, o. ö. Professor der Technischen Hochschule zu Wien.

Noch selten hat ein neuartiges Verkehrsmittel in der eiteren Allgemeinheit eine derartige Beachtung gefunden, e die im Juli 1926 eröffnete Zugspitzbahn. Wenn diese ilbahn als neuartiges Verkehrsmittel angesprochen wird, ist dies damit begründet, dafs die früheren Bahnen ähnher Bauart — genannt seien die Kohlernbahn bei Bozen, e Lana—Vigiljochbahn bei Meran und der Wetterhornaufzug der Schweiz — eine den heutigen Fortschritten der Seilbahnchnik nicht mehr entsprechende Anordnung besitzen, so dafs B. bei der zweitgenannten Bahn auch bereits ein Umbau ergen wird. Weiter stellt die Zugspitzbahn sowohl in der Kühnit ihrer Anlage wie auch in der Örtlichkeit ihres Endpunktes 305 m ü. d. M.) ein Beförderungsmittel dar, mit dem die eren Seilschwebebahnen wohl kaum verglichen werden können.

Wie es seinerzeit bei der Eisenbahn, später beim Kraftgen war und heute noch beim Luftschiff ist, bringt die Bekerung jedem neuen Verkehrsmittel ein gewisses Mifstrauen gegen, besonders aber, wenn dies, wie es bei Luftschiff und ilschwebebahn der Fall ist, den stützenden Erdboden verst. Die Seilschwebebahn nun dürfte aber gerade das Vertuen der Fahrgäste sehr bald gewonnen haben, wie die suchsziffern der neu ausgeführten Anlagen beweisen. Der gangene Sommer bescherte uns eine Witterung, die wohl allem eher als zu Vergnügungsreisen geeignet war; erst Herbst brachte darin Besserung; dennoch hat die Zugspitzn in den ersten vier Monaten ihres Bestandes bereits bei 000 Fahrgäste aufzuweisen und die einige Wochen früher ffnete Seilschwebebahn auf die Raxalpe bei Wien konnte on im September 1926 ihren 100000 Besucher verzeichnen. ese kaum erwarteten Betriebsergebnisse beweisen, dafs das neue Verkehrsmittel der Bergbahn bereits allgemeine Beliebtheit erlangt hat.

Dafs die Schwebebahn technisch als vorbildliche Bauart der Bergbahn zu bezeichnen ist, liegt an der verhältnismäfsigen Einfachheit ihrer Durchbildung und in ihrem Vermögen, auch gröfste Steigungen ohne besondere Schwierigkeiten zu überwinden. Die letzte Eigenart verschafft die Möglichkeit, die kürzeste Linie, die in der Regel die steilste sein wird, zu wählen, und da mit der Bahnlänge die Baukosten in innigstem Zusammenhang stehen, solcherart auch den billigsten Beförderungsweg zu schaffen. Gerade diesem Umstande verdankt die neue Zugspitzbahn ihre Entstehung. Die Zugspitze, die mit ihrem 2964 m hohen Gipfel die höchste Erhebung Deutschlands bildet, stellt zugleich den höchsten Gipfel des Wettersteingebirges dar, das sich längs der tirolisch-bayerischen Grenze hinzieht, mit seinen Hängen beiden Ländern angehörend. Während frühere Zugspitzbahnpläne — und solche tauchten bereits in den neunziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts auf — dem damaligen Stande der Bergbahntechnik gemäfs die Zahnstangenbauart vorsahen und deswegen die flachere nach bayerischem Gebiet hin abfallende Gebirgsseite mit Garmisch-Partenkirchen als Talstation wählten, gestattete es die genannte Eigenschaft der Seilschwebebahn, den jäh abfallenden, auf österreichischem Boden liegenden westlichen Steilhang des Wettersteinmassivs als Baugrund zu benützen. Auf diese Weise stellt sich die Bahn als schnurgerade, in ihrer schiefen Länge 3380 m lange Linie dar (siehe Abb. 1), die bei einer wagrechten Entfernung ihrer Endpunkte von nur 2975 m einen Höhenunterschied von 1581 m überwindet, wobei Steigungen bis 90 v. H. (vor Stütze II) vorkommen.

Es war allerdings keine leichte Aufgabe, in dem selbst dem Berggewohnten nur schwer gangbaren Gelände jene Linie zu finden, die nicht blofs den technisch günstigsten Längenschnitt ergab, sondern auch vollkommene Sicherheit gegen Steinschlag und Lawinengefahr gewährte. Diese Aufgabe stellte sowohl an die Kenntnisse des Ingenieurs wie auch an die Gewandtheit des Alpinisten gewaltige Anforderungen; sie wurde von dem Innsbrucker Bauunternehmer Ferdinand Kleiner in bester Weise durchgeführt. Im März 1925 erhielt ein vorbereitender Ausschufs, bestehend aus Kleiner, weiter dem derzeitigen Präsidenten der Zugspitzbahn A. G., Rechtsanwalt Dr. Hermann Stern in Reutte und dem Verfasser die Genehmigung zum Bau und Betrieb einer Seilschwebebahn von einem geeigneten Punkte bei Ehrwald in Tirol auf den Wettersteinkamm (die Bergstation liegt in wettergeschützter Lage etwas unterhalb des Zugspitzgipfels). Vorher waren unter Leitung des Verfassers an der Technischen Hochschule in Wien eingehende Untersuchungen über rechnerische Grundlagen von Seilbahnen vorgenommen worden*).

Da die Erfahrungen über den Bau von Seilschwebebahnen für Personenverkehr damals noch recht gering waren und vor

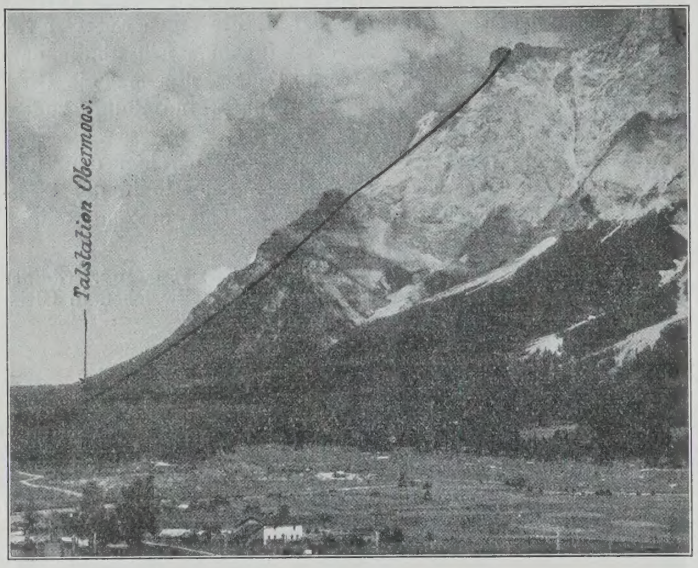


Abb. 1. Zugspitze mit eingezeichneter Seilbahnstrafse; von Ehrwald aus gesehen.

allem auch die Zugspitzbahn mit ihren unwirtlichen Hochgebirgseigenheiten gleichsam ein Erstlingswerk dieser Art darstellte, mufste auf die Wahl der Unternehmerfirma, der die schwierige Ausführung der Lieferung und Aufstellung zu übertragen war, besonderes Augenmerk gerichtet werden. Die Firma A. Bleichert in Leipzig, deren Förderanlagen in allen Weltteilen verbreitet sind, wurde mit den Herstellungsarbeiten beauftragt und führte sie in der Folge mustergültig durch.

Die Zugspitzbahn führt von der Talstation Obermoos, die von der Station Ehrwald der Mittenwaldbahn (Linie Innsbruck—Garmisch-Partenkirchen—Reutte) kaum 3 km entfernt ist, in 16 Minuten bis zur Bergstation, wobei eine Geschwindigkeit von 3,5 m/Sek. entwickelt wird. Rechnet man die Aufenthalte beim Ein- und Aussteigen u. dgl. hinzu, so kann eine Reisezeit von 20 Minuten angenommen werden. Die Bahn kann somit drei Fahrten in der Stunde leisten. Wie derzeit noch bei allen Seilschwebebahnen für Personenverkehr ist auch hier der sogenannte Pendelbetrieb angewendet, d. h. der zu Berg fahrende Wagen ist durch das Zugseil über die Umlenkscheibe der Bergstation hinweg mit dem zu Tal fahrenden fest verbunden, so dafs stets die Auffahrt des einen die Abwärtsfahrt des anderen bedingt, wobei das Gewicht des sinkenden Fahrzeuges einen entsprechenden Beitrag zur Antriebskraft beistellt.

Die beiden Wagen, je 19 Fahrgäste und einen Begleitmann fassend, sind vorwiegend aus Leichtmetall hergestellt, wodurch das Leergewicht eines Wagens bis auf 880 kg herabgedrückt werden konnte, während er vollbesetzt 2860 kg wiegt. Aufser vier in den Ecken angebrachten Klappstühlen fehlen die Sitzgelegenheiten, da man bei allen Aussichtsbahnen die Erfahrung machte, dafs die Reisenden, um die Rundsicht nach allen Seiten zu geniefsen, die vorhandenen Bänke ohnehin kaum benützen. Bei der Zugspitzbahn kommt noch hinzu, dafs die kurze Fahrdauer, wenn auch stehend verbracht, sicherlich nicht ermüden kann. Da das Fehlen der Sitzgelegenheiten bis jetzt von keiner Seite bemängelt wurde und diese Einrichtung ein verhältnismäfsig geringes Raummafs des Wagens bei ziemlicher Fassungsmöglichkeit gestattet, so dürfte sich diese Wagenausgestaltung für alle künftigen Personenschwebebahnen empfehlen.

Der Wagenkasten hängt an einem achträdrigen Laufwerk, das auf dem die Fahrbahn bildenden Tragseil rollt. Dieses ein Litzenspiralseil mit 48 mm Durchmesser, aus 133 Drähten von 3,2 mm Stärke geflochten, besitzt eine Festigkeit von 165 kg/qmm, somit eine Gesamtbruchlast von 176000 kg und wiegt 9,31 kg m. Das Seil wird in seiner Höhenlage durch nur sechs Zwischenstützen gehalten, die mitunter in beträchtlicher Entfernung voneinander stehen. So beträgt z. B. die Spannweite zwischen Stütze I und II 1006 m. Die Stützen selbst sind als Eisenfachwerk ausgeführt und erreichen Höhen bis über 30 m. Die nötige Spannung im Tragseil wird dadurch erreicht, dafs in der Talstation an beiden Tragseilen ein Spanngewicht von 24000 kg Gewicht aufgehängt ist.

Die Bewegung der Wagen wird durch das Zugseil vermittelt, das in der Bergstation über eine Umlenkscheibe von 3 m Durchmesser läuft. Ebenfalls als Zugseil ist hier auch das sonst Gegenseil genannte Verbindung der beiden Wagen über die Talstation hin zu bezeichnen (siehe Abb. 2). Bei der Zugspitzbahn ist nämlich ausnahmsweise die Antriebsvorrichtung am unteren Bahnende angelegt. Diese Anordnung wurde getroffen, weil die etwaige Auswechslung beschädigter Maschinenteile in der leicht zugänglichen Talstation viel eher möglich ist. Ferner hätte ja die Unterbringung der ständig erforderlichen Maschinenbedienungsmannschaft in der klimatisch ungünstigen Höhenlage der Bergstation mancherlei Nachteile sowohl für die Leute selbst, als auch für die Unternehmung gezeitigt. Es wirkt eigentlich der Antrieb auf das, die Treibscheibe in der Talstation umschlingende Gegenseil. Als Antriebskraft wird elektrischer Strom, der dem Planseekraftwerke der Gemeinde Reutte entnommen wird. Im Falle eines Gebrechens in der Stromzuleitung dient dem Motor eine Speicherbatterie als Kraftquelle. Sollte die Störung jedoch bis zu deren Erschöpfung andauern, so ist eine jederzeit dienstbereite Verbrennungsmaschine in der Lage, den Betrieb aufrecht zu erhalten. Der Hauptmotor von 65 PS Dauerleistung ist übrigens zur Aushilfe noch ein kleinerer Motor mit 23 PS beigesellt, der im Bedarfsfalle ebenfalls zur Wagenbewegung, allerdings mit geringerer Fahrgeschwindigkeit, herangezogen werden kann.

Besondere Sorgfalt wurde den Sicherheitsvorkehrungen zugewendet. Es sind nicht nur die beiden Stationen untereinander in Fernsprechverbindung, sondern auch die beiden Wagen mit den Stationen. Alle diese Stellen können also jederzeit untereinander in Fühlungnahme treten. Nicht nur der Maschinenwärter der Talstation, dem ein Teufenzeiger den jeweiligen Standort der Wagen ständig vor Augen hält, sondern auch jeder der beiden Wagenbegleiter ist in der Lage, die Bahn im Bedarfsfalle zum Stillstand zu bringen. Um ein ruhiges

*) Findeis: Rechnerische Grundlagen des Baues von Drahtseilbahnen, 1223, Verlag F. Deuticke, Leipzig und Wien.

Zum Bericht: Schutzarbeiten gegen Wasser und Frost am Bahnkörper der schwedischen Bahn Forsmo-Hoting.

Abb. 1. Böschungsverkleidung und Jsolierung mittels Kiessand.

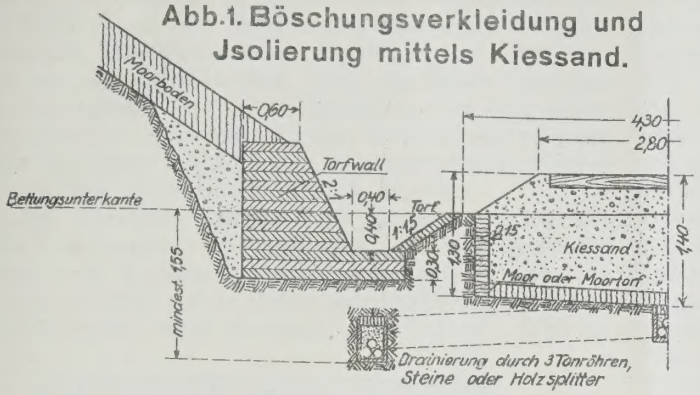


Abb. 2. Längsgräben unter Zuhilfenahme von Torfwällen.

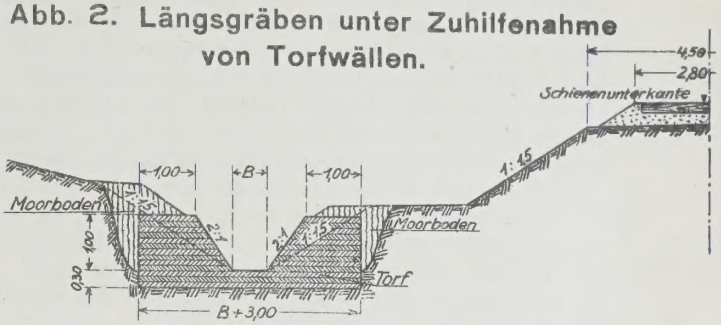


Abb. 3. Steinverkleidung der Böschung.

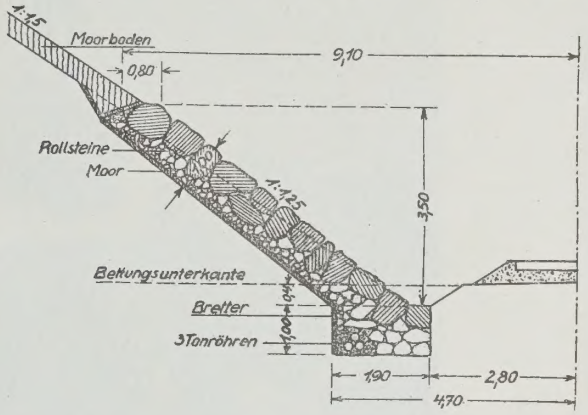


Abb. 4. Jsolierung mittels Moorboden.

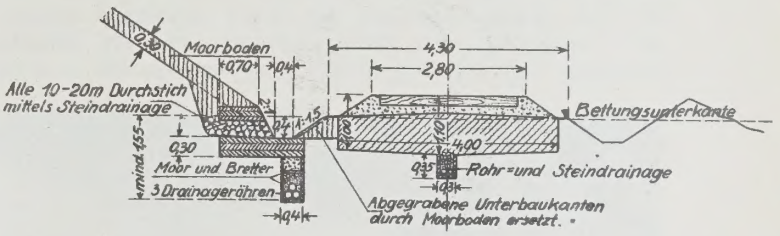
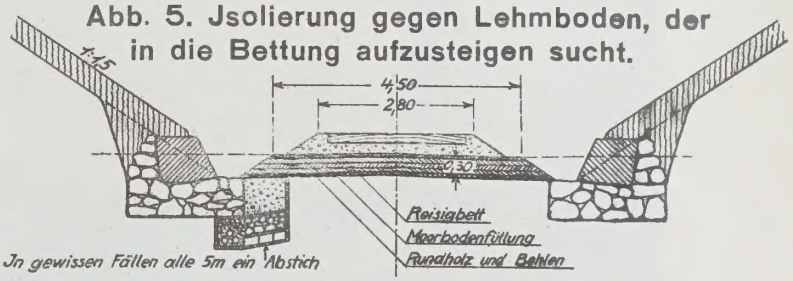


Abb. 5. Jsolierung gegen Lehmboden, der in die Bettung aufzusteigen sucht.



Querschnitt A-B zu Abb. 6a.

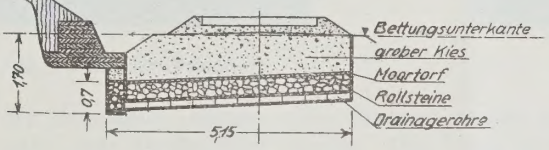
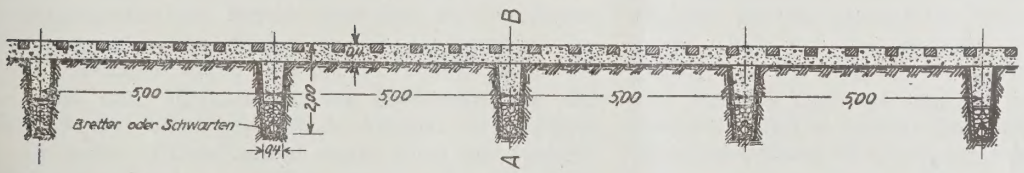
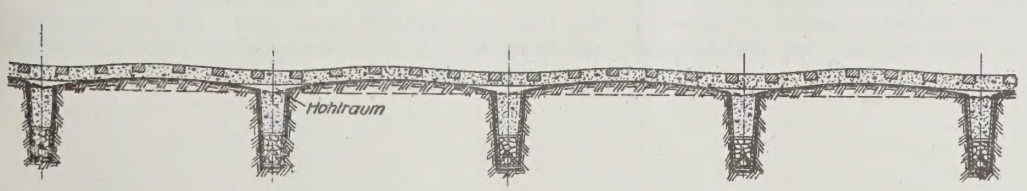


Abb. 6.



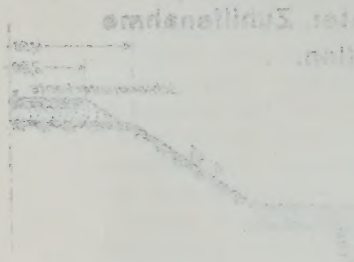
a/ Längsschnitt des Gleises vor dem Auffrieren.

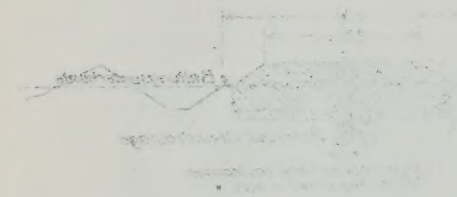
b/ der gleiche Längsschnitt bei geringem Auffrieren.

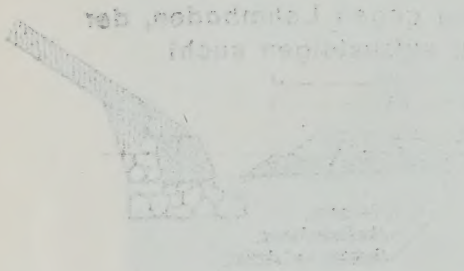


c/ der gleiche Längsschnitt bei kräftigem Auffrieren.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, München.







Einfahren in die Stationen zu gewährleisten, verlangsamt sich vor der Einfahrt in die Wagenhalle, unabhängig von der Aufmerksamkeit des Maschinisten, der Wagenlauf. Für den übrigens ganz unwahrscheinlichen, noch bei keiner Personenseilbahn eingetretenen Fall eines Zugseilrisses ist eine selbsttätige Fangbremse vorgesehen, die das Tragseil umklammernd den Wagen an diesem festhält. Eine Fortbewegung des Wagens ist dann mit dem sogenannten Hilfsseile möglich.

Da bei stärkerem Andrang ein längeres Warten der Reisenden vorauszusehen war, wurde auf die Ausstattung der Bahnhofsgebäude insoferne Bedacht genommen, als sie weit mehr Räume erhielten, als zur blofsen Betriebsführung notwendig war. Die Talstation wurde besonders reich bedacht. Die voll-

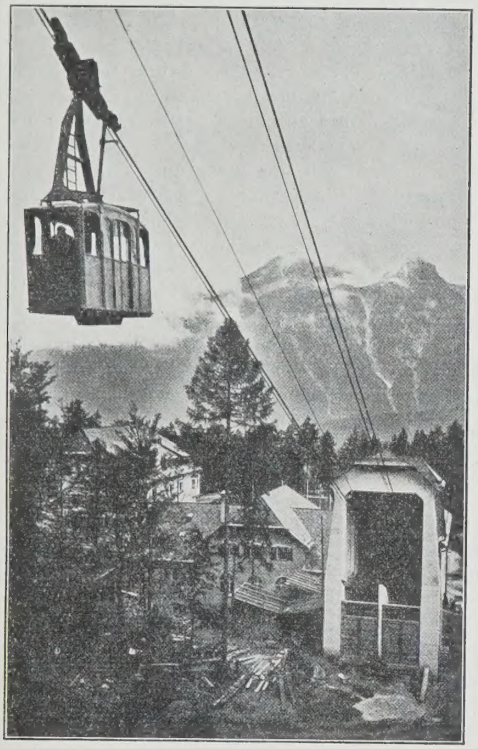


Abb. 2. Ausfahrt aus der Talstation.

ständige Ausgestaltung der Bergstation konnte leider bis zur Betriebseröffnung nicht mehr ganz durchgeführt werden. Das darf aber wohl bei einem Hochbau in 2805 m Seehöhe, wohin aller Baustoff vom Tale zugeschafft werden mufs und wo eine ersprielsliche Bautätigkeit stark von der Wetterlage abhängt, wifs nicht Wunder nehmen. Der Ausbau wurde jedoch in den ersten Betriebsmonaten fortgesetzt und vollendet.

Wie vorauszusehen war, ergaben sich beim Bau mancherlei Schwierigkeiten, deren Bewältigung an die Ausführenden die höchsten Anforderungen stellte. So mufste zunächst längs der künftigen Linie eine Hilfsseilbahn zur Herbeischaffung der nötigen Baustoffe und Bedarfsgegenstände errichtet werden (siehe Abb. 3). Da solche Hilfsseilbahnen wegen ihrer nur vorübergehenden Verwendung stets von leichter Bauart sind, mufste jeder zu verfahrende Baugegenstand so bemessen oder zerlegt werden, dafs Gewichte erzielt wurden, die zur Beförderung noch geeignet waren. Das war besonders bei den Eisenfachwerken der Stützen und den Maschinenteilen der Bergstation zu beachten. Auch die Heranbringung der beiden Tragseile war keine leichte Angelegenheit. Da beide in einem Stück hergestellt werden mufsten, so wog das auf einer Trommel aufgewickelte Seil beinahe 40 000 kg und wurde vom Herstellungsorte St. Egyd in Niederösterreich bis Ehrwald in Tirol auf einem Spezialwagen der österreichischen Bundesbahnen von 40 Tonnen Tragkraft herangeführt. Nun war die schwere Seilhaspel von dort auf der Zufahrtstrafse zur Talstation zu bringen. Sie wurden dazu auf einem Balkenrost aus starken Lärchenhölzern gelagert, die auf Walzen ruhten und auf Holzbohlen rollten, die gleich Langschwellen auf die Strafsenfahrbahn gelegt wurden. Die Zugkraft lieferten im Vereine ein starker Lastkraftwagen und eine Dampfwalze, die abwechselnd an einem Flaschenzuge arbeiteten, so dafs die schwere Last schrittweise fortbewegt wurde. In der Talstation angelangt, wurde die Trommel wagrecht auf eine Drehachse gelagert. Das Seil wurde dann mit Winden abgewickelt, die auf dem Berghang in gröfserer Zahl aufgestellt

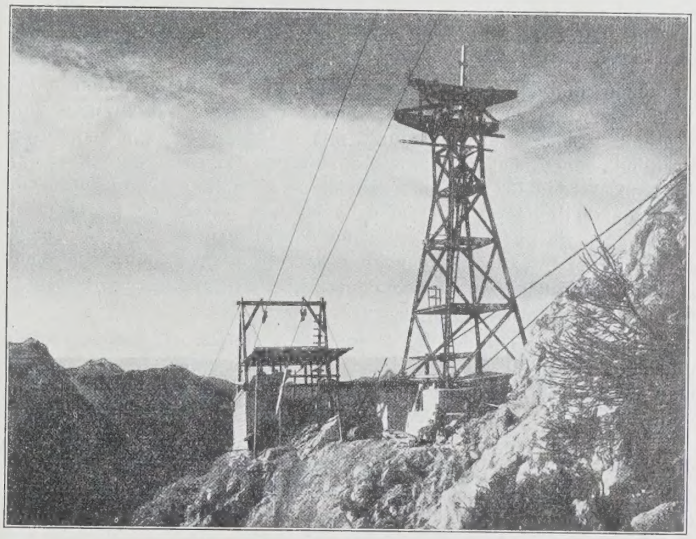


Abb. 3. Stütze III im Bau. Hilfsbahnbock 9.

waren und es bergwärts zogen. Das Auslegen des Seiles sowie sein Aufbringen auf die Stützen ging übrigens, ungeachtet der Schwierigkeiten der Arbeit, vollkommen glatt und klaglos von statten. Im übrigen waren für den Baufortschritt je nach der Jahreszeit die Witterungsverhältnisse von einschneidender Bedeutung. Über dem Bauplatz der Bergstation, eine Stelle auf dem sogenannten »Wetterschroffen«, die vorher wohl nur von wenigen, überaus geübten Bergsteigern betreten werden honnte, wurde 1925 ein Holzschuppen errichtet und mit Koksöfen geheizt, um die Arbeiten im Spätherbst fortsetzen zu können. Und dennoch kam man auch hier wegen Schneesturm und Tieftemperatur über so manche Baubehinderung nicht hinweg. Eine Zugspitzbereisung wird übrigens jeden Techniker die Schwierigkeiten erkennen lassen, die sich dem Bau entgegenstellten.

Berichte.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Schutzarbeiten gegen Wasser und Frost am Bahnkörper der schwedischen Bahn Forsmo—Hoting.

Hierzu Tafel 5.

Der Jahresbericht der schwedischen Staatsbahnen über die Eisenbahnbauten des Jahres 1925 enthält über die Schutzarbeiten gegen Wasser und Frost, die am Bahnkörper der Querbahn Forsmo—Hoting zwischen der Inlandbahn und der nördlichen Stammbahn nötig waren, bemerkenswerte und eingehende Angaben. Diese können teilweise für die Beurteilung der Frage der Isolierschichten am Eisenbahnoberbau, die auch im Organ in letzter Zeit verschiedentlich

angeschnitten wurde (vergl. 1925, Heft 20), nützliche Fingerzeige geben, teilweise beschreiben sie bemerkenswerte Verfahren der Herstellung von Bahnböschungen, die vereinzelt auch auf unsere Verhältnisse übertragbar sein mögen. Es soll aus dem Bericht ein kurzer Auszug des Wichtigsten hier wiedergegeben werden.

In der ersten Teilstrecke bestand der Boden hauptsächlich aus sehr lehmhaltigem, dichtem Tonsand. Die wasserführenden Schichten lagen ziemlich nahe der Oberfläche und bildeten vielfach Quellen. Das austretende Wasser breitete sich über die Einschnittsböschungen aus und löste den umgebenden lehmhaltigen Tonsand in grofsem Umfange. Man hat da viel mit Sickerdohlen gearbeitet. Auffällig und bei uns ungewohnt erscheint es, dafs man zur Verhütung des nachträglichen Eindringens des Lehmes und Tones und der Verschlammung der Dohle diese auf allen Seiten mit Torf- oder Moorschichten umgibt, wie überhaupt diesen Stoffen dort eine ausgedehnte Verwendung zukommt, die uns bisher ziemlich fernliegt. Da zur Bewerfung der Böschungen der nötige Mutterboden mangelte, hat man vielfach mit Vorteil Moorverkleidung angewendet. Durch die Kapillarität des Moorbodens wird die Feuchtigkeit der wasserführenden Schichten aufgesaugt und abgeleitet, so dafs sie sich nicht ausbreitet und den umgebenden Lehm nicht auflöst. Auch bei langandauerndem Regen verhindert der Moorboden, dafs schädliche Mengen Wasser zur Tonsandfläche dringen. Im Frühjahr, wo der Tonsand immer grofse Mengen gefrorenen Wassers enthält, verhindert der Moorboden durch sein Isolierungsvermögen ein zu schnelles Schmelzen und im Herbst schiebt er das Gefrieren des Tonsandes hinaus. Nachteile des Moorbodens sind seine grofse Neigung, nach langer Trockenheit Feuer zu fangen, und dafs er keinen für Wachstum geeigneten Boden bildet. Vor dem Auflegen des Moorbodens wurden die Böschungen zum Festhalten der Moorverkleidung mit festgepfähltem sogenanntem Profilholz belegt, das ist teilweise entästetem Jungholz von 2 bis 5 Zoll Durchmesser, in 45° Winkel gegen die Wagrechte und in Rauten von etwa 3 m Seitenlänge. Der Moorboden wurde 0,25 bis 0,5 m stark aufgetragen, je nach Wasserführung der Böschung. Um die Feuergefahr in der trockenen Sommerzeit zu vermindern, ist auf die Moorschichte dann noch eine 3 bis 5 cm starke Humusschichte aufgebracht worden, die mit Gras besamt wurde.

Da die Bekleidung der Böschungen sonach sehr stark wurde und eine Verbreiterung der Einschnitte ausgeschlossen war, mufste man der Moorbodenverkleidung einen entsprechenden Vorfufs geben. Man verwendete zu diesem Zwecke Torfwälle nach Abb. 1, Taf. 5 überall da, wo die Bodenart so beschaffen war, dafs man annehmen konnte, die Torfmauer werde nur die Stütze für die Moorschichte bilden und keinem nennenswerten Erddruck ausgesetzt sein. Wo auch mit Erddruck zu rechnen war, wendete man dafür Trockenmauern an. Wichtig war hierbei, dafs diese Torfwälle und Stützmauern nach rückwärts mit grobem Kiessand oder Steinen gut entwässert wurden und dafs diese Entwässerungen bei Torfwällen alle 10 bis 20 m Ausstiche zur Ablassung des Wassers erhielten. Auch die Torfwälle mufsten gut mit Pflöcken gefestigt werden. Dadurch erhielten sie den erforderlichen Zusammenhalt, bis die im Torf enthaltenen Graswurzeln diese Aufgabe übernahmen. Als Stoff für solche Torfwälle zeigte sich Waldtorf oder sogenannter Bärenmoostorf am zweckmäfsigsten. In ganz bedenklichen, wasserkranken Bodenverhältnissen wurden ganze Längsgräben nach Abb. 2, Taf. 5 unter Zuhilfenahme von Torf und Moorboden hergestellt.

Aufser in lehmhaltigem Ton kamen auch Einschnitte in trockenem, geschichtetem Bänderton und solche in feinem Sand vor. Der Ton machte weniger Schwierigkeiten, aber die Böschungen in Flugsand mufsten alle verkleidet werden, besonders wo es sich um Flugsand handelte. Da es an Mutterboden fehlte, suchte man die Flugsandböschungen unmittelbar durch Besäen mit Strandhafer und mit Epilobium (Weidenröschen) zu schützen. Der Strandhafer kam anfangs gut, verbrannte aber in der Sommerhitze und versagte sonach. Auch Epilobium wirkte nicht entsprechend. Man sammelte daher allen erreichbaren Torfkompost von Ortschaften und Baracken und belegte damit dünn die Sandböschungen. Grassamen wuchs dann gut an. Steinverkleidungen bekamen nach Abb. 3, Taf. 5 ein etwa 5 cm starkes Moorschichtenlager, das das eindringende Wasser filtrieren und den aufgeweichten Untergrund vom Aufsteigen in die Steinpackung abhalten soll.

In wassergetränktem Feinsand müssen Drainagen gut mit Moor umbettet werden, um Verschlammung zu verhüten.

Die Eigenschaften der anstehenden Erdarten bewirken, dafs die Bahn in strengen Wintern auf grofse Strecken aufgefriert. Vo 121 km frieren 90 auf. Unter ungünstigen Verhältnissen haben di Auffrierungen in gewissen Strecken eine Höhe von 35 cm erreich Gewöhnlich gehen sie aber nur auf durchschnittlich 15 bis 20 cm Durch Vorkommen von wasserführenden Schichten und Wasserader und infolge wechselnder Dichte der Erdarten und des Auftreten von erdfesten Steinen erfolgt das Auffrieren recht ungleich und d Lage des Gleises wird holperig und schief. Schon eine Frostbeul die winkelrecht zum Gleis verläuft und beide Stränge zugleich heb kann für schnellfahrende Züge recht unangenehm werden. Wer aber ein Frosthügel schief zum Gleis verläuft oder nur auf den ein Schienenstrang sich erstreckt, so ist die Störung der Fahrt und d Beanspruchung von Gleis und Fahrzeug besonders grofs. Dab entsteht die Gefahr der Entgleisung; das Schütteln und Schlinge der Wagen wird sehr bedenklich, selbst wenn die Frostbeule n 2 bis 3 cm Höhe hat. Man hat grofse Kosten beim Bau aufgewend um diese Auffrierungen zu verhüten. Auf 20 km hat man Isolie schichten ausgegraben und auf 3,5 km die Bettung vertieft. A lange Strecken hat man gesucht, durch Längsabzuggräben d wasserführenden Schichten und Adern zu entwässern, bevor sie d Bahnkörper erreichen, um auf diese Art den Untergrund des Gleis trocken zu legen. Als Isolierungsstoff bei den Ausgrabungen dien zuerst Kiessand. Man gab der Isolierung den Querschnitt, der Abb. 1, Taf. 5 dargestellt ist. Später wurde statt Kiessand Moorbod angewendet und die Ausgrabung erhielt den Querschnitt nach Abb. Taf. 5. Die Breite der Ausgrabungen war in beiden Fällen 4 m, nac dem die zuerst angewendete Breite von 3,5 m nicht genügt hatte. I Tiefe der Isolierschichte war bei Kiessand 1,4 m und bei Moor 1,1 m unt Schienenunterkante. Ob dieses Mafs ganz ausreicht, ist zweifelha Jedenfalls ist die Moorisolierung schon des geringeren Ausmafs wegen vom Kostenpunkte aus günstiger. Auch fällt hier die sor fältige und zeitraubende Einlage einer Moor- oder Torfzwischenschich um die Verunreinigung des Kiessandes durch eindringenden Leh zu verhüten, weg. Sonst aber haben beide Isolierungen entsproch Ein unerwarteter Mangel, der sich bei der Moorisolierung ergab, w dafs unter dem Drucke der Zuglasten das Wasser aus der Mo isolierung herausgepreſst wurde und dadurch die kleinen Tonsan wälle zwischen Isolierung und Einschnittgraben aufgeweicht u hinausgedrückt wurden. Man mufste daher diese kleinen Tonsan körper nachträglich auf lange Strecken durch Moor oder T ersetzen.

Wie schon oben erwähnt, machten Auffrierungen im reinem blau Lehm gewöhnlich unbedeutende Schwierigkeiten, dafür aber bestand diesem Lehm grofse Neigung in die Bettung aufzusteigen. Um d zu verhindern, wurde auf gewissen Strecken Isolierung nach Abb. Taf. 5 ausgeführt. Die schon angeführten Bettungsverstärkung innerhalb 3,5 km Bahnstrecke fanden da statt, wo die Gräben ob gröfsere Kosten vom Bahnkörper etwas weggerückt werden konnt. Dabei wurden dann in den Strecken, in denen Auffrieren zu erwar war, die Bermenbreiten vergröfsert, um die Bettungsstärke vergröfse und damit die Auffrierungen beseitigen oder vermindern zu könn. Auf obige 3,5 km wurde die Stärke der Kiessandbettung von norm 40 auf 90 cm erhöht. Das Ergebnis war im allgemeinen gut, genü aber nicht überall und man mufste teilweise noch um 50 cm weit erhöhen. Die Kosten einer solchen Bettungserhöhung sind et nur ein Drittel derer der Isolierschichte, weshalb sich dieses Verfah überall da empfiehlt, wo die Erdarbeiten kein Hindernis in den W legen. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, liegt am Boden der Isolier eine Längsdrainage mit drei Tonrohrsträngen. Alle 10 bis 20 m wi diese Längsdrainage durch einen Quergraben in den unter d Einschnittgraben gelegenen Hauptablauf abgeleitet, der dann irge wo an einem Übergang vom Einschnitt zu einer Dammstrecke a mündet. Da dieser Hauptablauf natürlich auch sonst wasseraufnehm und trockenlegend wirkt, so hat man ihn auf die Bergseite verle von der die Grundwasserströmungen kommen. Man hat sol Hauptablaufentwässerungen daher auf bedeutend gröfsere Strecke längen angelegt, als die Isolierungen reichen. Freilich darf m sich von diesen Entwässerungen durch Hauptablaufdrainagen a nicht allzuviel erwarten. Je nach den Verhältnissen kann aber i Wirkung recht gut sein. Man mufs da mit weiter Sicht rechn.

Man hat auch versucht, wie dies ja auf den ersten Blick re naheläge, die Isolierungen wegzulassen und lediglich alle 5 bis eine Querdrainage winkelrecht zum Gleis zu führen und in die Bahn gleichlaufende Ablaufdrainage einmünden zu lassen (Abb

af. 5). Man hat aber dabei nicht ganz erwarteter Weise einen grofsen lifserfolg erlebt. Im Winter friert nämlich zuerst die Bettung zu iner zusammenhängenden Kruste zusammen und diese Kruste ver-ärkt sich im Lauf des Winters. Da wo die Querdrainagen liegen nd vielleicht noch je einen halben Meter beiderseits greift der rost nicht auf den Untergrund über, weil hier die Feuchtigkeit ab-eleitet ist. Dagegen ist dies zwischen den Querdrainagen unbehindert r Fall. Bei Beginn des Winters wird das Gleis nach Abb. 6, Taf. 5 was holperig. Wenn aber das Auffrieren weiter fortschreitet, löst sich die Verbindung zwischen Bettungskruste und Untergrund er den Querdrainagen auf Grund der Tragfähigkeit der Schienen nd es entstehen über den Querdrainagen Hohlräume unter dem leis. Die gefrorene Kruste wirkt auf die Dauer des Winters als ragkörper, der den Druck der Zuglasten aushält. Das Gleis liegt, wohl vielleicht um 20 cm und mehr gehoben, verhältnismäfsig en und gut. Im Frühjahr aber taut zuerst die Bettung auf, die ettungskruste verliert ihr Tragvermögen, die Schiene schwebt auf 6 bis 2 m Länge frei und unter den Drücken der Verkehrslasten nn ein Unfall eintreten. Wie man sieht, handelt es sich um fserste Verhältnisse, von denen bei uns im allgemeinen nur be-heidene Andeutungen vorkommen. Immerhin sind aus diesen rdischen Verhältnissen, Beobachtungen und Erfahrungen auch für s manche Lehren zu entnehmen.

Auch bei Hausbauten genügt es nicht immer, auf frostfreie efe zu gehen, sondern man mufs die Grundmauern auch mit iso-renden Stoffen in hinreichender Stärke umhüllen. Im allgemeinen r eine 1,4 m Breite Kiessandschichte oder eine 1,2 m starke oorschichte erforderlich. Doch verunreinigt sich der Kiessand mit r Zeit, der Moorboden drückt sich zusammen, so dafs er schliefs-h nicht mehr den Frost abhält. Daher mag es auch kommen, fs in manchen Kellern nordländischer Häuser die Temperatur im inter unter den Gefrierpunkt fallen kann. Man ist daher zu der nsicht gekommen, dafs sich für solche Grundmauern weder Kies-nd noch Moorboden als Isolierung eignet und dafs man, wo irgend gänglich, Kohlenasche verwenden sollte. Dr. Saller.

---

rstärkung der Brücke über den Columbiafluſs in Nordamerika.

In den letzten Jahren hat die Grofse Nordbahn in Nordamerika ie Anzahl ihrer gröfsten Brücken aus Stahl verstärkt. Vor kurzem rden die Arbeiten an der Brücke über den Columbiafluſs beendet, durch die ungewöhnliche Art, mit der die Aufgabe gelöst wurde, merkenswert sind. Die Hauptlinie der Nordbahn kreuzt den lumbiafluſs 10 Meilen östlich von Wenatchee, wo er in felsigem länge in einer Breite von etwa 180 m bei einer gröfsten Wasser-fe von etwa 45 m fliefst. Hier wurde der Fluſs im Winter 1922/23 t einer Stahlbrücke mit zwei Öffnungen von 125 und 75 m Licht-ite überbrückt, denen bald eine dritte Öffnung angefügt wurde ehe Abb. 1). Der einzige Pfeiler der ursprünglichen Brücke, ein förmiges Joch in Eisenkonstruktion, ruht auf einem Betonsockel, auf gutem Fels gegründet ist. Die vorhandene Konstruktion der ücke war in sehr gutem baulichen Zustand und wurde belassen, um den Verkehr nicht zu behindern. Die Verstärkung wurde daher durch eine Zusatzkonstruktion hergestellt. Zu diesem Zweck wurde 1,50 m aufserhalb der vorhandenen Brücke auf jeder Seite ein neuer Träger vorgesehen. Die beiden neuen Träger bilden zusammen ein völlig neues und selbständiges Tragwerk (siehe Abb. 2). Sie erhielten die gleiche Gestaltwie die bereits vorhandenen Träger, wogegen die Knotenpunkte der neuen Konstruktion um 2,40 m tiefer liegen als die entsprechenden der alten Konstruktion. Durch diesen Höhenunterschied wurde es ermöglicht, zwischen den beiden Konstruktionen neue Querträger, die wesentlich verstärkt sind, für die Aufnahme der Gleise einzuschieben. Das alte A-förmige Joch, auf dem je ein Ende der 125 und 75 m weiten Öffnungen ruht, wurde zur Verstärkung mit Beton ummantelt. Die Träger für die Hauptöffnung wurden freitragend vorgebaut, weil wegen der Wassertiefe die Verwendung eines Lehrgerüstes ausgeschlossen war und auch weil die alte Brücke nicht genügend stark war, um neben der Verkehrslast auch noch die Belastung durch die neue Brücke, die sich noch nicht selbst trug, aufzunehmen. Um den Aufwand für die Beschaffung von Behelfkonstruktionen auf ein Mindest-

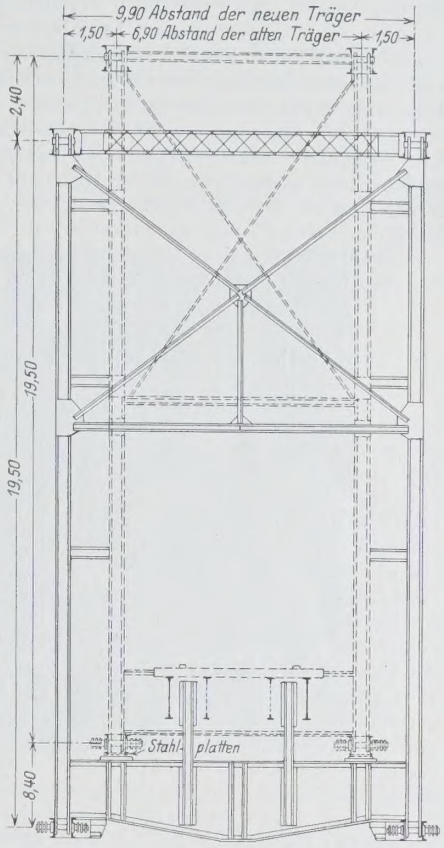


Abb. 2.

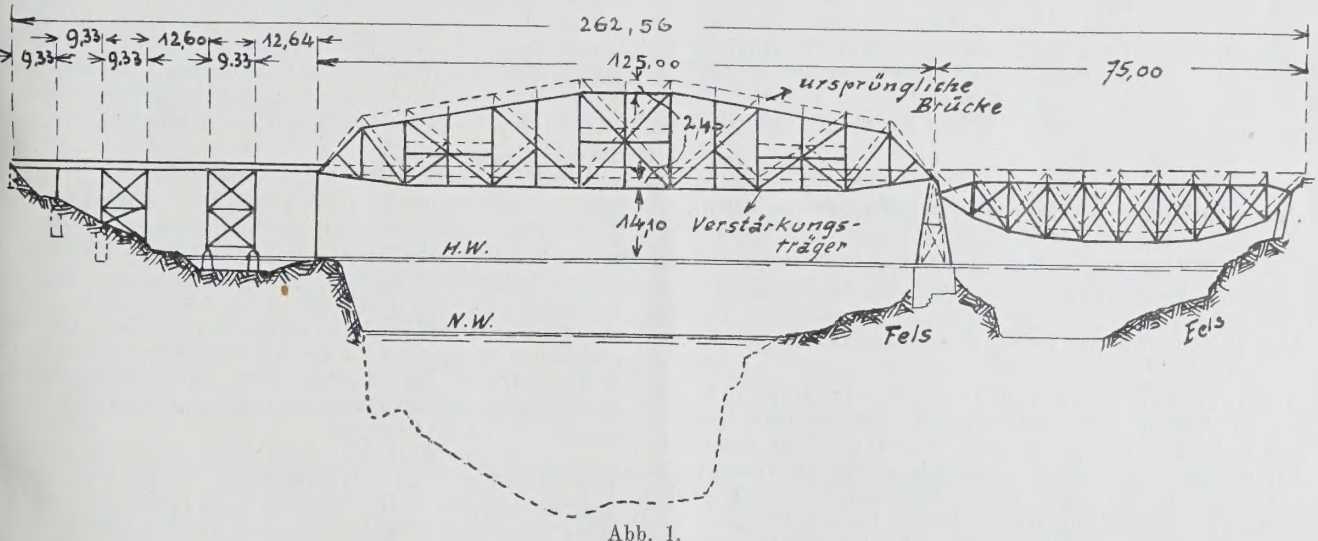


Abb. 1.

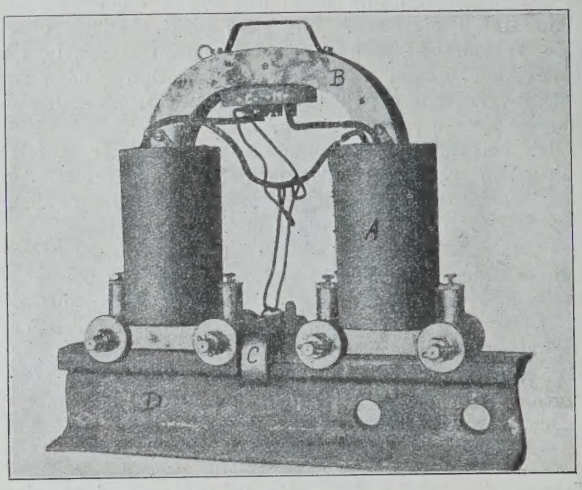
mafs herabzudrücken, wurden hierfür Teile der durch den Umbau der Seitenöffnungen gewonnenen alten Träger benützt, die später bei anderen Brücken Verwendung fanden. Diese Teile wurden während des Vorbaues der Hauptöffnung als Gegengewichte, sowie als Verstrebungen und Verankerungen wegen der einseitigen Belastung der Pfeiler benützt. Da jedoch das Gewicht dieser Träger nicht genügte, um der vorkragenden Konstruktion das Gleichgewicht zu halten, wurden noch weitere Gegengewichte in der Form von grofsen Kästen vorgesehen, die mit Steinen gefüllt wurden. Auf diese Weise

erhielten die Gegengewichte an jedem Ende der Öffnung ein Gewicht von ungefähr 112000 englische Pfund (rund 51000 kg). Die Seitenöffnungen, für die hölzerne Lehrgerüste benützt wurden, sowie die beiden ersten Felder der Hauptöffnung wurden mit Dampfkranen von 30 und 60 t Tragkraft in gröfseren, zusammengesetzten Stücken verlegt. Die übrigen Teile der Hauptöffnung wurden durch fahrbare Krane, die sich auf der bestehenden Brücke bewegten, an Ort und Stelle gebracht. Zur endgültigen Verbindung der von beiden Seiten vorgebauten Kragarme wurden hydraulische Pressen von 300 t Zugkraft an den Enden der Gegengewichtsträger aufgestellt, welche die vorkragenden Träger in die richtige Lage ziehen mufsten. Als die Hauptträger zusammengeschlossen waren und sich selbst trugen, wurden nach Einbringen der neuen Querträger zwischen die Unterkante der alten Knotenpunkte und Oberkante der neuen Querträger Stahlplatten eingeschoben, die den Höhenunterschied genau ausfüllten, ferner wurden auch jeweils der alte und neue Träger seitlich verbunden und so das Zusammenwirken der alten und neuen Konstruktion herbeigeführt. Wa.

(Railway Age 1926, April, Seite 1133 ff.)

Eine neue Vorrichtung zum Aufsuchen innerer Fehler in Schienen.

Ein japanischer Ingenieur Susuki hat einen von ihm „Defektoskop" genannten Apparat zum Aufsuchen von inneren Fehlern in Schienen erfunden, der es gestattet, in 1 bis 2 Minuten an einer Schiene eine ganze Reihe von Proben vorzunehmen, ohne deren Stoff irgendwie anzugreifen. Wenn man eine Eisen- oder Stahlstange in ein starkes magnetisches Feld bringt, so hängt deren Permeabilität von ihren Eigenschaften und insbesondere von ihrer mechanischen und thermischen Bearbeitung ab. Zum Beispiel nimmt die Permeabilität von Kohlenstoffstahl ab mit dem Anwachsen seines Kohlenstoffgehaltes. Die Permeabilität hängt auch in weiten Grenzen von der Art des Schmiedens und überhaupt der Herstellung des Metalles ab, desgleichen von dem Vorhandensein von Rissen und Metallbeimischungen, welch letztere gewöhnlich die Permeabilität vermindern. Wenn sich im magnetischen Kreis ein kleiner Luftzwischenraum befindet, so wird der in diesem Kreis bei gleicher magnetomotorischer Kraft sich entwickelnde magnetische Kraftflufs nur ein Teil desjenigen, der sich bei ununterbrochenem magnetischem Kreis bilden würde. Wenn die magnetische Eigenschaft einer Schiene auf ganze Länge gleich ist, so wird auch der magnetische Kraftlinienflufs auf ihre ganze Länge gleich. Hat aber die Schiene an irgend einem Punkte eine schadhafte Stelle, so ist ihre Permeabilität an diesem Punkte gröfser und infolgedessen erzeugt die magnetomotorische Kraft hier einen geringeren magnetischen Kraftlinienflufs. Die Verminderungen der Kraftlinienzahl eines magnetischen Feldes wird durch eine das Feld umschliefsende Spule mit angeschlossenem Galvanometer gemessen. Wenn man also die Eisenstange mit Hilfe einer solchen Versuchsspule prüft, indem man die Spule zusamme mit dem magnetisierenden Elektromagneten über die Stange h bewegt, so gibt das Galvanometer bei unveränderlicher Permeabilit der Stange keine Ablenkungen. Wenn sich aber eine Stelle m einem Schaden oder mit stark sich änderndem Gefüge findet, schlägt der Zeiger des Galvanometers mehr oder weniger aus. Dab mufs natürlich Elektromagnet und Versuchsspule mit gleichmäfsig Geschwindigkeit bewegt werden und der Abstand zwischen Schiene oberfläche und beiden Polen darf sich nicht im geringsten ände Jeder der beiden Pole des Hufeisenmagnets (siehe Abb.) läuft a vier Röllchen, die zur Bewegung über die Schiene hin dienen. F eingebauten Schienen ist es nicht möglich, dafs die Mefsspule Schiene umgreift. Sie ist daher über dem Kopf angebracht u wird nur durch den Streuflufs der Kraftlinien durchsetzt. I Messung setzt also voraus, dafs sich bei Änderungen im eigentlich Magnetkreis auch der Streuflufs ändert. Diese Mefsspule beste aus sehr dünnem Kupferdraht, seidenumsponnen und mit Glimm



Defektoskop.

isoliert. Drähte, die von der Spule abgehen, verbinden diese dem Galvanometer.

In Rufsland sind mit dem Defektoskop Versuche gema worden, die zeigten, dafs mit seiner Hilfe innere Fehler verschiede Art an Schienen gefunden werden können und zwar innere, an Oberfläche nicht sichtbare Sprünge, das Vorhandensein e bedeutenden Schwefelgehalts im Metall, nestartige Anhäufungen Beimengungen aller Art, unregelmäfsige innere Spannungen, die in den Schienen beim Walzen und Ausrichten ergeben. Dr.

Lokomotiven und Wagen.

Pullman-Wagen der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft.

Die neuen Wagen sind für die Luxuszüge zwischen Paris und Calais und für den Süd-Expreſs bestimmt. Die Lieferung wurde auf verschiedene englische und französische Firmen verteilt. Im allgemeinen Aufbau sind die Wagen den auf englischen Bahnen laufenden Pullman-Wagen ähnlich, ihre Abmessungen sind jedoch wesentlich gröfser.

Die Internationale Schlafwagen-Gesellschaft ist schon vor einigen Jahren zum Bau eiserner Wagen übergegangen. Dementsprechend sind auch die neuen Wagen ganz aus Eisen hergestellt; die Bauart ist dieselbe wie bei den ersten Wagen; sie lehnt sich eng an die amerikanische Ausführung an und weicht demgemäfs von derjenigen der Deutschen Reichsbahn stark ab. Zwischen den Drehgestell-Mitten erstrecken sich vier Längsträger, von denen die beiden äufseren in Z-Form sehr leicht gehalten sind, während die beiden mittleren mit 610 mm Abstand voneinander aus Blechen und Winkeln zu kräftigen Fischbauchträgern zusammengesetzt sind. In Höhe der Drehgestellmitten ist beiderseits ein Stahlgufskopfstück angesetzt, das die Drehzapfen und die gesamten Zug- und Stofsvorrichtungen der Bauart Chevalier und Rey aufnimmt. Gegenüber dem Vorteil des einfacheren Zusammenbaus und der leichteren Unterhaltung hat diese Bauart den Nachteil, dafs bei gröfseren Beschädigungen jedesmal das ganze Gufsstück ausgewechselt werden mufs. Der Wagenkasten ist Formeisenprefsteilen und Blechen zusammengebaut; an Stelle bisher bei der Schlafwagen-Gesellschaft üblichen ziem flachen Daches mit Aufbau haben die eisernen Wagen ein s gewölbtes Tonnendach erhalten. Die Fenster sind fest; nur obere Drittel kann zur Lüftung geöffnet werden. Der Fufsbo besteht aus Blechplatten mit einem Belag von Induroleum und dari Gummi. Die Drehgestelle haben die schon früher beschriebe amerikanische Schwanenhals-Bauart mit einem in einem St gegossenen Stahlgufsrahmen.

Besonderer Wert ist auf die Inneneinrichtung gelegt wor Von der gesamten Lieferung haben jeweils drei Wagen die gle Ausstattung. Die Unterschiede bestehen in der Hauptsache in Wahl der Hölzer und der Bezugstoffe. Ein Teil der Wagen Küchen- und Anrichteräume in der bei Speisewagen üblichen W erhalten. Die Textabbildung zeigt das Innere eines in Eng gebauten Wagens.

Die Beleuchtung ist elektrisch nach Bauart Stone; aufser e grofsen Anzahl von Deckenlampen sind noch Tischlampen gesehen. Bemerkenswert ist, dafs auch über jeder der vier T in den Vorbauten eine Lampe angebracht ist; diese Anordn wird das bei allen D-Zugwagen schwierige Ein- und Aussteigen

*) Organ 1922, S. 55.

Nacht wesentlich erleichtern. Die Heizkörper der Niederdruck-Dampfheizung liegen an den Seitenwänden. Die Druckluftbremse wirkt selbsttätig und nichtselbsttätig.

Der äufsere Anstrich ist unten braun, oben cremefarbig gehalten; die Anschriften bestehen auf dem hellen Grund aus brünierten

Innenansicht eines Pullman-Wagens.

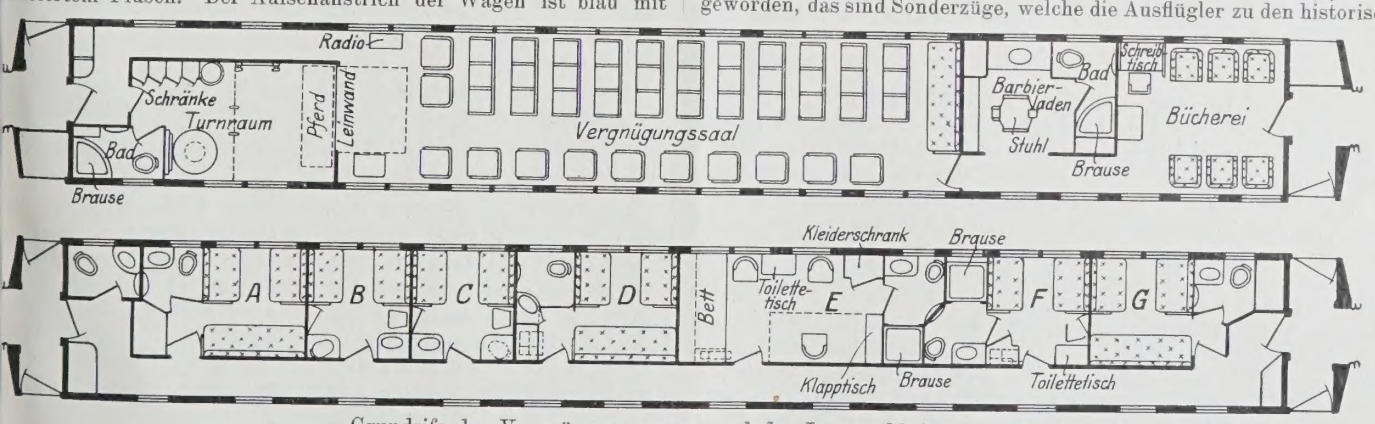
Messingbuchstaben, auf dem dunkeln Grund aus Goldschrift. Der Luxuszug Paris—Calais hat von der Gesellschaft den Namen „Goldener Pfeil" erhalten; in wenig geschmackvoller Weise sollen verschiedene derartige auf den Wagen aufgemalte Pfeile dies andeuten.

(The Railw. Eng. 1926, Oktob.) R. D.

serne Schlafwagen der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft.

Für ihre Luxuszüge hat die Internationale Schlafwagen-esellschaft neuerdings eine gröfsere Anzahl vierachsiger eiserner hlafwagen in Dienst gestellt, die zum grofsen Teil von englischen rmen gebaut worden sind. Die Einrichtung sowie der allgemeine ufbau dieser Wagen stimmt vollständig mit den oben beschriebenen llman-Wagen überein. Sie besitzen auch dieselben Drehgestelle e diese. Die Wagen enthalten zwölf Schlafabteile, davon acht mit em Bett, der Rest mit zwei Betten. Ein Teil der Abteile läfst ch durch Drehtüren in Doppelabteile verwandeln. Bei den Abteilen t einem Bett sind die Waschbecken im Abteil selbst, bei den-nigen mit zwei Betten für je zwei Abteile gemeinsam in einem rischen denselben liegenden besonderen Waschraum untergebracht. n jedem Wagenende befindet sich ein Abort.

Die Innenausstattung ist in einfachen geschmackvollen Formen halten. Die Wandbekleidung besteht aus Mahagoniholz mit Einlege-beiten, die Decke ohne Lüftungsaufbau ist weifs gestrichen, der den ist mit Induroleum belegt. Die Polsterbezüge sind aus blauem, mustertem Plüsch. Der Aufsenanstrich der Wagen ist blau mit



Grundrifs des Vergnügungswagens und des Luxusschlafwagens.

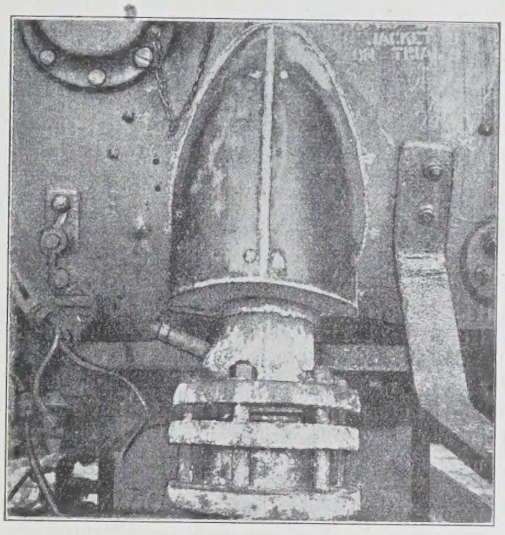
ldleisten und goldener Beschriftung. Der Heizkessel für die armwasser-Heizung kann in der bei Schlafwagen üblichen Weise weder mit Dampf von der Heizleitung oder aber unmittelbar eizt werden. Zur Beleuchtung dient eine elektrische Maschinen-anlage, Bauart Dick: sie liefert zugleich den Strom für einige elektrisch betriebene Ventilatoren.

Ein Teil der Wagen läuft schon seit einiger Zeit in den französischen Riviera-Expreſszügen; soweit ein Übergang auf aufser-französische Bahnen in Frage kommt, sind die Wagen mit den erforderlichen Übergangseinrichtungen, Bremsen usw. ausgerüstet.

(Engineering 1926, Nr. 3179.) R. D.

Dichtung der Einströmrohre an der Rauchkammer.

Es ist schwierig, die Stelle, an der die Dampfrohre die Bleche der Rauchkammer durchdringen, dauernd dicht zu halten; das Eindringen von Aufsenluft in die Rauchkammer verschlechtert aber den Zug und ist der Anlafs erhöhten Kohlenverbrauches. Die American Lokomotive Company hat daher eine ihr gesetzlich geschützte Anordnung getroffen, bei der ein Blechgehäuse einerseits an der



Das bewegliche Dampfrohrgehäuse nach dem Zusammenschweifsen.

Aufsenseite der Rauchkammer und anderseits an den Dampfrohren angeschweifst ist. Das zweiteilige Gehäuse wird um die Rohre gelegt und am Saum zusammengeschweifst, worauf das Anschweifsen an die Rauchkammer und an das Rohr folgt (siehe Abbildung). So ergibt sich eine genügende Beweglichkeit, um den Ausdehnungen der Rohre folgen zu könnnen. Bei guter Herstellung bleibt das Gehäuse unbegrenzt dicht. Bttgr.

(Railway Age, 1. H., 1926, Nr. 22.)

Neue Pullmanwagen mit Turnraum und Vergnügungssaal.

In den Vereinigten Staaten sind die „Landkreuzerfahrten" üblich geworden, das sind Sonderzüge, welche die Ausflügler zu den historisch interessanten und an Naturschönheiten reichsten Punkten des Landes führen und dabei alle erdenklichen Reiseerleichterungen bieten. Ein solcher Zug besteht aus einem „Vergnügungswagen" mit Turnsaal, Erholungsraum, Barbierladen und Bücherei, einem Luxusschlafwagen,

mehreren Wohnwagen und einem Aussichtswagen, aufserdem wird natürlich ein Speise- und ein Gepäckwagen mitgeführt.

Kürzlich wurde von der Pullman-Gesellschaft ein neuartiger Vergnügungswagen erbaut; er ist 25 m lang und enthält einen 3,7 m langen Turnraum mit Brausebad; daran schliefst sich ein 11,6 m langer Erholungsraum; der Barbierladen mifst 2,8 m und den restlichen nutzbaren Teil mit 3 m nimmt die Bücherei ein (siehe Abb.). Im Turnraum befinden sich einige der auf Überseedampfern üblichen Turngeräte. Der Erholungsraum bietet Sitzgelegenheit für 49 Personen. Er dient als Lesesaal, Konzert- oder Lichtspielraum; eine neuzeitliche Rundfunkempfangsanlage vervollständigt die Ausrüstung. Durch Entfernung der Sitze kann ein Tanzraum für etwa 15 Paare geschaffen werden. Bttgr.

(Railw. Age, 1. Hälfte 1926, Nr. 27.)

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Aufstellung von Ankündigungszeichen vor Vorsignalen.

Um dem Lokomotivführer ein auch bei Dunkelheit und unsichtigem Wetter wirksames Zeichen zu geben, dafs er sich einem Vorsignal nähert, stellt die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, zunächst auf allen Schnellzugstrecken, Ankündigungszeichen (Warnzeichen, mit einem seemännischen Ausdruck „Baken" genannt) auf. Es sind dies Tafeln von 0,4 m Breite und 1,6 m Höhe (0,75 × 0,75 m, wenn ausnahmsweise zwischen den Gleisen aufgestellt), die auf weifsem Grundanstrich dem Zuge entgegen ein bis drei (bzw. fünf) von links nach rechts ansteigende schwarze Querstreifen tragen. Die dem Vorsignal am nächsten stehende Tafel erhält einen Querstreifen, die vom Vorsignal am weitesten abstehende soviele Querstreifen als Baken verwendet sind. Die Baken sind in einfachster Weise aus Holz herzustellen und mit einem haltbaren Ölfarbenanstrich zu versehen. In der Regel werden drei Baken hintereinander aufgestellt, nur bei ungünstiger Sichtbarkeit des Vorsignals wird die Zahl auf fünf vermehrt. Die dem Vorsignal am nächsten stehende Bake ist 100 m von ihm entfernt, der Abstand der Baken untereinander ist auf je 75 m bemessen. In der gerade Strecke beträgt die Neigung der Tafelfläche zur Bahnachse etwa 60 Grad, in Kurven ist der für die Sichtbarkeit günstigste Neigungswinkel besonders zu ermitteln. Sie sind auch bei Nacht zu sehen, weil sie im Schein der Bahnbeleuchtungslaternen der Lokomotive sich vom Hintergrund abheben. Infolge der schräg angeordneten schwarzen Streifen entsteht beim Vorbeifahren für das Auge der Eindruck einer Bewegung der Streifen, wodurch die Aufmerksamkeit besonders erregt wird.

Buchbesprechungen.

Wagner, Verzeichnis der deutschen Literatur über Verschiebebahnhöfe. Technisch-Wirtschaftliche Bücherei, Heft 35. Verlag Guido Hackebeil A.-G., Berlin S 14, 1926.

Das Heft bringt eine erschöpfende Zusammenstellung aller Veröffentlichungen über Verschiebebahnhöfe von den ersten Anfängen bis Juni 1926. Der umfangreiche Stoff ist handlich nach Stichworten gegliedert. Mit kurzen Inhaltsangaben wird auf die bisherige Behandlung in der Literatur verwiesen. Über besonders wichtige Merksätze und Zahlenwerte bringt das Verzeichnis unmittelbare Angaben.

Jedem, der mit Betrieb oder Bau von Verschiebebahnhöfen beschäftigt ist, wird das Heft ein wertvoller Berater sein; es bietet Hinweise auf alle Fragen der Verschiebetechnik und des Verschiebebetriebs und vermittelt einen raschen Überblick durch die übersichtliche, gedrängte Zusammenstellung des Stoffes. Dr. Bl.

Eisenbahnkunde, Unterrichts- und Fortbildungszeitschrift für das gesamte Eisenbahnpersonal. 25. Jahrgang. Zu beziehen durch alle Postanstalten des In- und Auslandes, Bezugspreis RM. 1,50 vierteljahrlich. Herausgegeben von Reichsbahnrat Hafsfurter, Nürnberg.

Neben dem Buch, das ein Fachgebiet in wissenschaftlicher Weise abschliefsend behandelt, neben den Fachzeitschriften, die der Erörterung in der Schwebe befindlicher Fragen und damit dem Fortschritte dienen, nimmt einen nicht unbeachtlichen Platz in der Literatur die Unterrichtszeitschrift ein. Ihr kommt ganz besonders im grofsen Organismus der Eisenbahnverwaltung mit ihren verschiedenartigen Zweigen und ihrem aufserordentlich grofsen Personalstand eine besondere Existenzberechtigung zu.

Eine Jubilarin auf diesem Gebiete ist die „Eisenbahnkunde", die mit dem neuen Jahr in den 25. Jahrgang ihres Erscheinens eingetreten ist. Ein Rückblick auf die zurückliegende lange Zeit ergibt, dafs die Zeitschrift stets bestrebt war, guten, der Praxis entnommenen Stoff in verständlicher und leicht lesbarer Form zu bringen. Sie hat sich damit einen grofsen Kreis von Freunden erworben, nicht nur in Bayern, wo sie vor 25 Jahren von Cada und Hafsfurter gegründet wurde, sondern auch weit über die Grenzen Bayerns hinaus. Dem zweiten Vierteljahrhundert geht die Zeitschrift, gestützt auf den bisherigen Erfolg, in neuer Form und gröfserem Umfang entgegen, so dafs sie sicher ihren Leserkreis noch mehr vergröfsern und ihr Verbreitungsgebiet erweitern wird.

Unterrichtsblätter über Fernmeldetechnik, II. Teil, herausgegeben von der Reichsbahndirektion Halle (Saale), Verlag Dr. Tetzlaff in Berlin-Schöneberg.

Der vorliegende II. Teil enthält 15 Unterrichtsblätter, in denen die Fernsprecheinrichtungen für Ortsbatterie- und Zentralbatterie-Betrieb, die Einrichtungen der Fernsprechzentrale und die Fernsprechleitungen ausführlich behandelt sind. Die Unterrichtsblätter enthalten auch zahlreiche bildliche Darstellungen der verschiedenen Einrichtungen und bieten jedem, der im Fernsprechwesen tätig ist, eine vorzügliche Gelegenheit, sich mit den Einzelheiten vertraut zu machen. Reichsbahnrat Sorger.

Verschiedenes.

75 Jahre Lübeck-Büchener Eisenbahn.

Am 15. Oktober 1851 fuhr der erste Eisenbahnzug von Lübeck nach Büchen und stellte damit den Anschlufs Lübecks an das damals bereits in kräftiger Entwicklung befindliche deutsche Eisenbahnnetz her. Schwer war dieses Ziel zu erreichen gewesen. Dänemark, das Herr in den Herzogtümern Holstein und Lauenburg war, suchte Lübeck alle Verkehrswege nach dem deutschen Binnenlande abzuschneiden und nur der Umweg über Mecklenburg stand offen. Schon im Jahre 1831 begannen die Bemühungen um den Bau einer Bahn, doch erst 1847 kam ein Staatsvertrag mit Dänemark zustande, der den Bau einer Eisenbahn von Lübeck nach Büchen ermöglichte. Mit einem Aktienkapital von 2½ Millionen Talern wurde die Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft gegründet und mit 5 Lokomotiven, 13 Personen-, 2 Gepäck- und 71 Güterwagen der Betrieb eröffnet; zwischen Lübeck und Büchen verkehrten täglich drei Zugspaare. Die Entwicklung des Unternehmens hat aber alle darauf gesetzten Hoffnungen in reichem Mafs erfüllt. 1865 wurde eine zweite Eisenbahnverbindung Lübeck—Hamburg gebaut, die heute die Hauptstrecke der Gesellschaft bildet, 1882 die Linie Lübeck—Travemünde. Im Laufe der Jahre wurde dann das Netz noch durch eine Anzahl Strecken von lokaler Bedeutung erweitert. Heute beträgt das Aktienkapital der Gesellschaft 45 Millionen Mark. Zur Verfügung stehen 80 Lokomotiven, 300 Personen-, 40 Gepäck- und 1200 Güterwagen. Im Sommer verkehren 64 Zugspaare, darunter 6 D-Zugspaare. Das Streckennetz hat zwar nur eine Länge von 161 km, doch ist es ein wichtiger und bedeutender Verkehr, der sich auf ihm abwickelt. Die Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft kann heute als die gröfste deutsche Privatbahn und als eine der wenigen Privatbahnen, die, aus der Gründungszeit des Eisenbahnwesens stammend, ihre Selbständigkeit bewahrt hat, mit Befriedigung auf die Arbeit der vergangenen 75 Jahre zurückblicken, in denen sie sich zu einem wichtigen Bestandteil des norddeutschen Eisenbahnnetzes entwickelt hat. A. K.

Berichtigung.

Im Heft 23 des Jahrgangs 1926, Seite 485 linke Spalte Zeile 29/30 mufs es heifsen statt „System Reutener" „System Borghardt".

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker**, Nürnberg, unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss**, Dresden.

82. Jahrgang | **15. Februar 1927** | **Heft 3**

Die mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren.

Von **O. Günther**, Oberingenieur der Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen.

Hierzu Tafel 6 bis 9.

Die erste gröfsere Diesellokomotive wurde als eine mechanisch von einem fest gekuppelten Motor angetriebene Lokomotive von Gebr. Sulzer & A. Borsig 1910/12 für die ehemalige preufsische Staatsbahn gebaut. Ihr Mifserfolg durch zu schwachen Motor, ungenügende Hilfseinrichtung zum Anfahren und Bergfahren, und besonders durch das Anlassen des Motors unter Last führte zum Bau von Diesellokomotiven mit Übertragungen.

Die Übertragungen, elektrisch, mit Flüssigkeitsgetriebe oder mit Druckluft, sowie der mechanische Antrieb mit Zahnradwechselgetriebe machen die Drehzahl der Lokomotivräder mehr oder weniger unabhängig von der des Motors, ergeben bei einer mit wirtschaftlichen Brennstoffüllungen nur gering veränderlichen Motorleistung eine mehr oder weniger stark veränderliche Zugkraft und befähigen die Diesellokomotive zu einer Anpassung an jetzige Betriebsforderungen, wie sie die Dampf- und die rein elektrischen Lokomotiven aufweisen. Eine solche Übertragung wiegt jedoch im allgemeinen mehr als der Motor und verringert die Brennstoffausnützung der Lokomotive, so dafs sie wirtschaftlich nur unter besonderen Verhältnissen gegen die Dampf- oder elektrische Lokomotive aufkommen kann.

In Deutschland kostet 1 t Gasöl von 10000 WE/kg annähernd 3,9 mal soviel als 1 t Lokomotivkohle von 6700 WE/kg ab Zeche bzw. Hafen, einschliefslich der Fracht von 400 km, also eine WE Gasöl etwa das 2,6 fache einer WE Kohle. Ist dann die Wärmeausnützung der Dampflokomotive auf einer bestimmten Strecke 7%, so müfste die Wärmeausnützung der Diesellokomotive auf der gleichen Strecke 18,2% betragen, wenn die Betriebskosten beider Lokomotiven auch sonst gleich wären. Diese sind aber, wie im weiteren dargelegt, für die Diesellokomotive bedeutend höher, so dafs beispielsweise für eine Diesellokomotive mit dem $2^1/_2$ fachen Preis einer gleichwertigen Dampflokomotive, und einer Anpassungsfähigkeit und Wärmeausnützung wie bei der elektrischen Übertragung, die jährliche Nutzleistung $^1/_3$ gröfser als bei der Dampflokomotive, oder der mittlere Wirkungsgrad dieser Diesellokomotive auf einer Strecke, auf der die neuzeitliche Dampflokomotive 7% aufweist, rund 23% sein müfste, wenn die gesamten Betriebskosten der Diesellokomotive mit denen der Dampflokomotive sich gleich stellen sollen. Selbst dann wird die Diesellokomotive wegen ihres höheren Preises nur eingeführt werden, wenn sie eine Verbesserung bringt, die sich nicht in der häufig erhobenen Forderung konstanter Leistung als Produkt aus Fahrgeschwindigkeit und Zugkraft erschöpft. Der der Eisenbahn im Strafsenkraftwagen erwachsene Wettbewerb nötigt sie zur Forderung möglichst konstanter Fahrgeschwindigkeit, die am vollkommensten von einer Lokomotive erzielt wird, deren Zugkraft bei allen Fahrgeschwindigkeiten bis an die Schleudergrenze gesteigert werden kann. Damit ergibt sich die gröfstmögliche Beschleunigung und kürzeste Fahrzeit bei geringster, im allgemeinen wirtschaftlichster Höchstgeschwindigkeit.

Diese Forderungen werden von der mechanisch angetriebenen Diesellokomotive, Textabb. 1, erfüllt. Die beiden Motoren, parallel zu den Lokomotivachsen im Rahmen befestigt, sind nach Dobrowolski an den Wellenenden mit Kupplungen*) versehen, die das Leeranlassen des Motors oder die Leerfahrt der Lokomotive, sowie das teilweise oder volle Einschalten der Motoren gestatten.

Die Kupplung in der Bauart Lohmann & Stolterfoht, Textabb. 2, ist einesteils mit der Mitnehmerscheibe a an der Motorwelle b befestigt und andernteils mit der Kurbelscheibe c in der Motorwelle a und dem Tragarm d drehbar gelagert. In der dargestellten Lage der Hebel e und f ist die Motorwelle a mit dem an den Zapfen g angreifenden Triebwerk der Lokomotivräder gekuppelt, indem Federn h einerseits auf den Ring i und andererseits über den Ring k, Hebel e und f auf den Ring l drücken, so dafs die Reibbeläge der Ringe i und l an der Kurbelscheibe c und dem mit ihr verbundenen Ring n die erforderliche Reib- bzw. Drehkraft erzeugen. Die Ringe i und l sind durch Keile o gegen Drehen auf der Scheibe a gesichert. Der Hebel e liegt in der überspreizten Stellung mit dem Hebel f mit der Nase p an dem Ring k an und wird in der Lage durch die Spannung der Federn h gehalten. Um den Reibungsdruck zu verringern, besonders beim Anfahren, wird durch eine Schnecke die Mutter q gedreht, so dafs die Ringschraube r mit dem Kugellager s den Stützring t und den angegliederten Hebel e nach ihren strichpunktierten Stellungen hin zieht. Bei weiterer Drehung der Schnecke oder Verschiebung des Stützringes t werden die Reibbeläge vollends von der Kurbelscheibe gelöst und der Motor vom Lokomotivrad abgeschaltet. Dabei legen sich die Ringe i und l gegen die Nase u des Keiles o. Das Kugellager s hat demnach nur einen Druck auszuüben beim Leerlauf der Lokomotive, um die Zentrifugalkräfte der Hebel auszugleichen, und beim Anfahren, um die Reibungskräfte zu erzeugen, während bei der gewöhnlichen Arbeitsübertragung die Kupplung selbsttätig wirkt. Die Übertragung erfolgt mit dem um 90° zu einander versetzten Kurbeln gleichmäfsig zu beiden Seiten an die Lokomotivräder, so dafs das Reibungsgewicht der Lokomotive gewöhnlich mit nahezu $^1/_4$ ausgenutzt werden kann. Die Kupplung läfst 2 mm Abnützung der Reibbeläge zu, bis der Ring n nachzustellen ist.

Bei den dargestellten Bauverhältnissen der Kupplung ergibt sich für die Lokomotive, Textabb. 1, mit 60 t Reibungsgewicht, die Reibungsziffer von 0,25 zwischen Rad und Schiene, und von 0,2 zwischen Reibring und Kuppelscheibe, der Flächendruck zwischen letzteren zu 3 kg/cm². Die Kupplung nimmt das vom Motor für eine mittlere Zugkraft von 12000 kg gebotene Drehmoment bereits beim Anfahren in allen Kurbelstellungen auf, da die Drehkraft der um 135° zu einander versetzten Kurbeln des vierzylindrigen V-Motors mit 90° Zylinderneigung während einer Umdrehung sich verhältnismäfsig nur wenig ändert und die Schwungmomente der Motorwelle mit den daran befestigten Kupplungshälften einen Ungleichförmigkeitsgrad von $\delta = {}^1/_6$ erreichen lassen. Die beim Anfahren von der rutschenden Kupplung aufzunehmende Leistung beträgt 200 PS/Std., wenn die kleinste Drehzahl des

*) Patente angemeldet.

Motors, bei der die Zündung noch sicher erfolgt, mit 60 in der Minute angenommen wird. Das Anfahren eines 600 t-Wagenzuges auf der Wagerechten bis zu 60 Umdrehungen in der Minute dauert annähernd 40 Sekunden und erwärmt die eine Kupplungshälfte, wenn angenommen wird, die Reibungswärme verteile sich nur auf die mitzunehmenden Ringe, Scheibe und Kurbel im Gewicht von 900 kg, um 7°. Diesem Wärmeverlust entspricht ein Brennstoffverbrauch von annähernd 2 kg, der für den Wärmewirkungsgrad der Lokomotive belanglos ist.

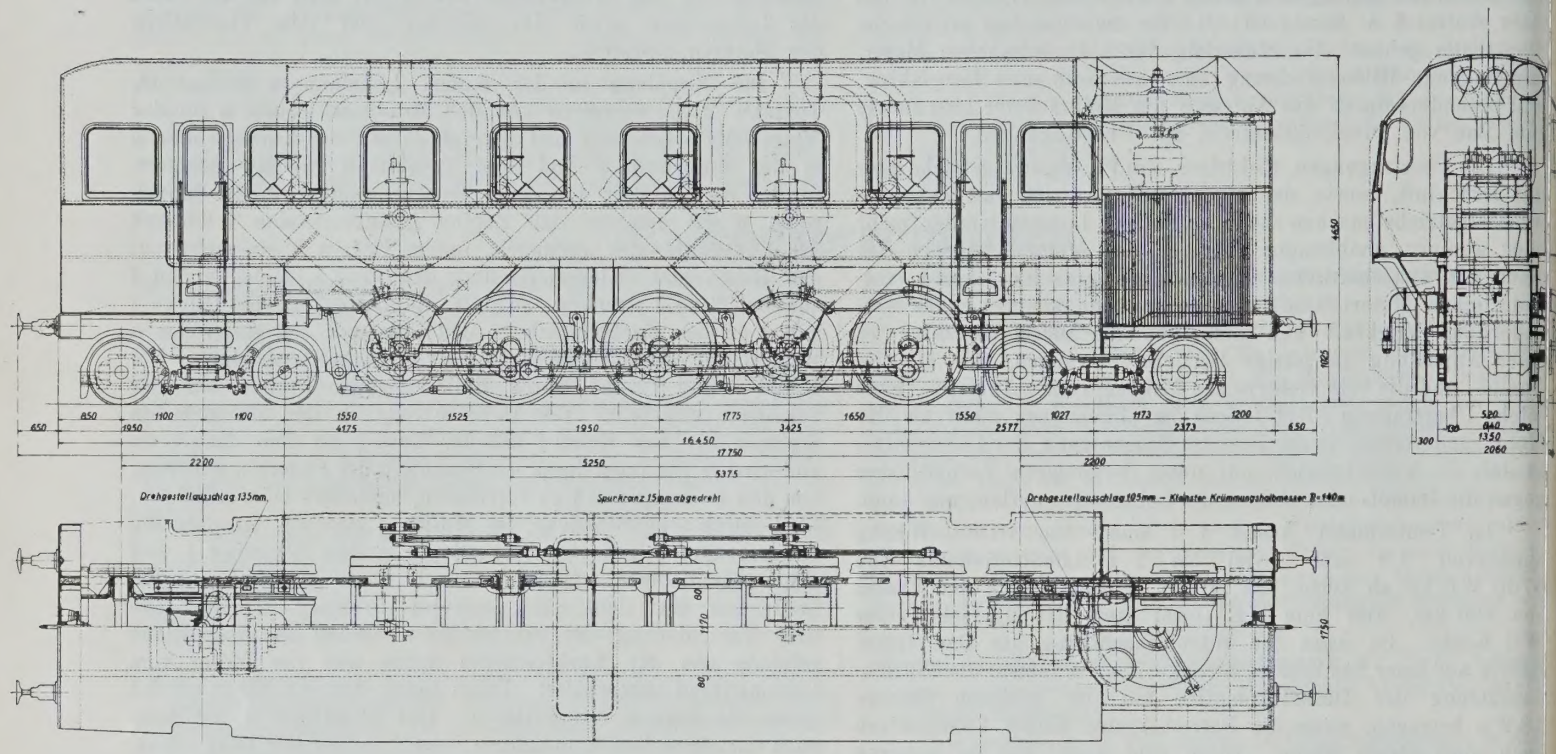
Die Zünddrehzahl für das Anfahren läfst sich auf die Hälfte und weiter durch Vorwärmen des Motors erniedrigen, indem das Kühlwasser im Motor bei Überdruck auf etwa 120° erwärmt, umgewälzt und dann nach dem Anlassen des Motors erst allmählich nach dem Kühler umgeleitet wird. Auch läfst sich die Zeit fürs Anfahren noch durch einen höheren Zylinderdruck wesentlich verringern. Der für den doppelt wirkenden Zweitaktmotor nach Textabb. 1 angenommene mittlere effektive Druck von 5,5 kg/cm² kann auch bei Anwendung des MAN-Spülverfahrens durch Auspuffdrosselung erhöht und die Zugkraft auf etwa 15 000 kg gesteigert werden.

Die Anordnung der Motoren beeinträchtigt den Lauf der Lokomotive nicht, da die übrigbleibenden, nicht ausgeglichenen Massenkräfte nur eine Zuckbewegung von etwa 0,7 mm und eine ebenso nicht nennenswerte Drehbewegung der Lokomotive verursacht.

Zur Beurteilung der Anpassungsfähigkeit dieser Diesellokomotive sei angenommen, der mittlere Zylinderdruck der Motoren lasse sich mit der Brennstoffzufuhr wirtschaftlich nur im Verhältnis 1 : 2 ändern, so ändert sich die Leistung der Lokomotive, wenn sich die Hälfte der Motoren aus dem Trieb durch Kupplungen ausschalten lassen, im Verhältnis 1 : 4. Im Gefälle und besonders bei grofser Geschwindigkeit kann die Brennstoffzufuhr an 2 Zylindern, ohne die Gleichmäfsigkeit des Drehmomentes wesentlich zu beeinträchtigen, gestoppt werden, so dafs die Leistung im Verhältnis 1 : 8 geregelt wird.

Bei der in Esslingen gebauten russischen 1 E 1-Diesel-elektrischen Lokomotive*) verhalten sich, ebenfalls bei einer bestimmten Geschwindigkeit der Lokomotive, die Grenzleistungen wie 1 : 4. Die elektrische Übertragung nützt also das vom Motor gegebene Verhältnis der Grenzleistungen aus den mittleren Zylinderdrücken von 4 und 10 at und aus der Drehzahl von 2 und $7\,^1/_2$ infolge der Unwirtschaftlichkeit bei kleinen Drehzahlen und der Leistungsbegrenzung durch die Erregung nur zur kleinen Teil aus.

Bei der Dampflokomotive verhalten sich die mittleren Zylinderdrücke bei der gröfsten, vom Reibungsgewicht gegebenen Füllung und der kleinsten noch wirtschaftlichen Füllung annähernd wie 1 : 2,6, so dafs die Grenzleistungen bei Reglerdrosselung und einer bestimmten mittleren Fahrgeschwindigkeit sich nahezu wie 1 : 4 verhalten.



Zylinderdurchmesser	410 mm	Leergewicht	113 t
Kolbenhub	610 „	Dienstgewicht	122 t
Treibraddurchmesser	1600 „	Zugkraft am Radumfang bei $p_e = 5{,}5$ kg/cm²	12000 kg
Laufraddurchmesser	850 „	Fahrgeschwindigkeit bei n = 300 Umdr./Min.	90 km/
Fester Achsstand	5375 „	Leistung beider Motoren am Radumfang bei n = 217 entspr. 55 km/h und $p_e = 5{,}5$ kg/cm²	2900 PS/h
Gesamtachsstand	14400 „	Leistung eines Motors am Radumfang bei n = 300 entspr. 90 km/h und $p_e = 4{,}5$ kg/cm²	1640 „
Kühlerfläche	170 m²		
Brennstoffvorrat	6 t		
Reibungsgewicht	60 t		

Abb. 1. Mechanisch angetriebene 2 C 2 Diesellokomotive.

Um die Wirtschaftlichkeit der Diesellokomotive nach weisen und der anderer Lokomotiven unter gleichen Betriebs

*) Die Diesel-elektrische Lokomotive von Prof. G. Lomonosoff. V. D. I. Verlag 1924.

verhältnissen gegenüberstellen zu können, sind die Bahndiagramme von einer
2 C 1 Heifsdampflokomotive,
2 C 2 Diesel-elektrischen Lokomotive,
2 B-B 2 elektrischen Lokomotive und der
2 C 2 mechanisch angetriebenen Diesellokomotive,
je mit einem Zuggewicht von 300 und 600 t auf der 94 km langen Hügellandstrecke Stuttgart-Ulm in den Abb. 3 u. 4, Taf. 6, Abb. 6 u. 7, Taf. 7, Abb. 4 u. 5, Taf. 8, Abb. 5 u. 6, Taf. 9 veranschaulicht worden.

Unter den gleichen Annahmen für alle Lokomotiven, der Höchstleistung bis zur gröfsten Geschwindigkeit von 90 km/Std., auf der Steigung mit 25 $^0/_0$, bis 60 km/Std., der Bremsung mit 0,3 m/sek.^{2} gleichbleibender Verzögerung, zweimaliger Fahrtunterbrechung auf der Wagerechten, einmaliger auf der Steigung $10^0/_{00}$ und der Vernachlässigung des Krümmungswiderstandes, können die Gewichte, Leistungen und Wirkungsgrade der verschiedenen Lokomotiven unmittelbar mit einander verglichen werden.

Als Schublokomotive für die Steigung $25^0/_{00}$ ist die 1 E 1 Tenderlokomotive T 20 angenommen und ihre Leistung und ihr Verbrauch bei der Brenngeschwindigkeit von 450 kg/m^2/Std. nach Igel*) ermittelt worden.

Der Laufwiderstand der Wagen ist nach der Strahlschen Formel $W = 2{,}5 + 0{,}03 \left(\frac{V}{10}\right)^2$ bestimmt worden.

Die Hauptverhältnisse der Lokomotiven sind in nachstehender Übersicht wiedergegeben.

Übersicht

über die Hauptabmessungen der betrachteten Lokomotiven.

	2 C 1 Heifsdampflokomotive	1 E 1 Tenderlokomotive	Diesel-elektrische 2 C 2 Lokomotive	elektrische 2 B-B 2 Lokomotive	mechanisch angetr. 2 C 2 Diesellokomotive	mechanisch angetr. 2 C 2 Diesellokomotive mit Abwärmeverwertung
Zylinderdurchmesser . . mm	580	700	390	—	410	410
Kolbenhub . . . . . „	660	660	420	—	600	600
Treibraddurchmesser . . „	1600	1400	1400	1400	1600	1600
Dampfdruck . . . . . at	14	14	—	—	—	—
Rostfläche . . . . . m^2	4,5	4,36	—	—	—	—
Heizfläche der Feuerbüchse „	17	17	—	—	—	—
„ „ Rohre „	221	183	—	—	—	—
Gesamte Heizfläche . . „	238	200	—	—	—	—
Heizfläche der Überhitzer „	100	62,5	—	—	—	—
Gröfste Umdrehungszahl min.	300	230	450	—	300	3 0
Gröfste Leistung . . . PS	—	—	1940	—	2900	3200
Dauerleistung . . . . . „	—	—	—	2000	—	—
Übersetzungsverhältnis .	—	—	—	1 : 2,866	—	—
GröfsteGeschwindigkeit km/Std.	90	60	90	90	90	90
Reibungsgewicht etwa . t	60	87,5	60	78,6	60	60
Dienstgewicht etwa . . „	108	117,5	126	126	122	130
Wasservorrat . . . . . m^3	30	12	—	—	—	—
Kohlenvorrat . . . . . t	10	4	—	—	—	—

Dampflokomotive.

Für die Dampflokomotive, die der typisierten 2 C 1 Heifsdampf-Zwillingslokomotive der deutschen Reichsbahn bis auf den Treibraddurchmesser, der nur 1600 mm mifst, entspricht, ist die Leistungsfähigkeit nach den Angaben von Strahl*) bestimmt und in Abb. 1, Taf. 6 dargestellt worden. Über den Lokomotivleistungen als Abszissen sind die aus den Maschinenverhältnissen für 330° Dampftemperatur errechneten Dampfmengen Q, ebenso wie die aus den Kesselverhältnissen errechneten Dampfmengen $Q'_{ind.}$ als Kurven gleicher Drehzahl aufgetragen. $Q'_{ind.}$ ist mit der aus Q von bestimmter Füllung und Drehzahl bzw. Blasrohrwirkung abgeleiteten Verdampfungsziffer, bei einer Kohle von 6700 WE kg und der Speisewassertemperatur von 100°, und mit der Brenngeschwindigkeit B = 100—600 kg/m^2/h ermittelt worden. Die Schnittpunkte von Q und $Q'_{ind.}$, Abb. 1, Taf. 6, in denen Dampfverbrauch und Dampferzeugung bei einer bestimmten Drehzahl und Brenngeschwindigkeit gleich sind, ergeben die Leistungen und damit die Zugkraftkurven gleicher Brenngeschwindigkeit über der Fahrgeschwindigkeit, Abb. 2, Taf. 6. Die gröfste Zugkraft beträgt bei der Ausnützung des Reibungsgewichtes von 60 t mit 200 kg/t = 12000 kg.

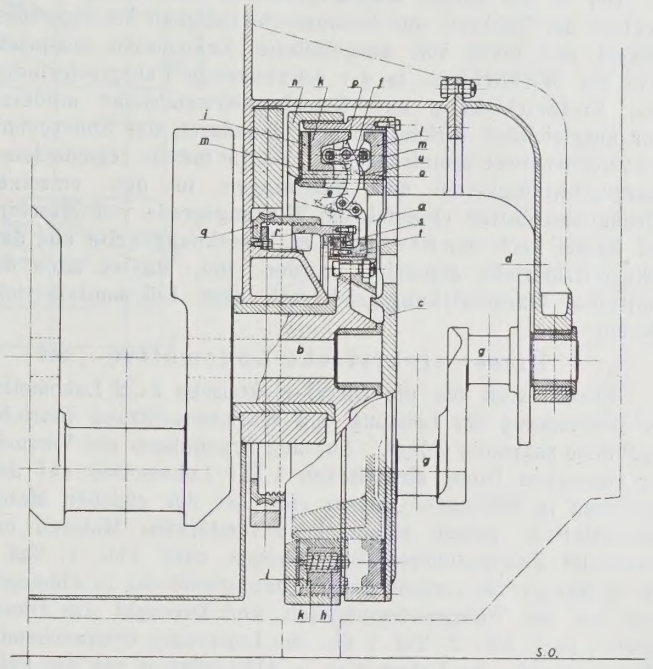


Abb. 2.

In der Zugkraftcharakteristik, Abb. 2, Taf. 6, sind die Laufwiderstände der Züge auf der Wagerechten, sowie die Schubkraft der Schublokomotive über der Fahrgeschwindigkeit eingetragen. Der Widerstand der leerlaufenden Lokomotive ist dabei ebenfalls nach Strahl mit

$$2{,}5 \cdot 116 + 7{,}3 \cdot 60 + 0{,}006 \cdot 10\,(V + 12)^2 \text{ bzw.}$$
$$2{,}5 \cdot 30 + 9{,}3 \cdot 87{,}5 + 0{,}006 \cdot 10\,(V + 12)^2$$

eingeführt, während der Zusatzwiderstand der arbeitenden Lokomotive in der Maschinen- und Kesselleistung berücksichtigt ist.

Aus der Zugkraftcharakteristik läfst sich nach Schwaiger**) das Bahndiagramm, wie Abb. 3, Taf. 6 für einen 300 t und Abb. 4, Taf. 6 für einen 600 t Wagenzug zeigt, aufstellen. Über der Fahrstrecke als Parallele zur Ordinatenachse ist die dem Lauf- und Beschleunigungswiderstand entsprechende Zugkraft aufgetragen und zugleich über der Fahrzeit als Abszisse, die von der Zugkraft abhängige Fahrgeschwindigkeit. Der Beschleunigungswiderstand enthält einen Zuschlag von 10%

*) Handbuch der Dampflokomotive von Prof. Dr. Igel. 1923.

*) Der Einfluss der Steuerung auf Leistung, Dampf- und Kohlenverbrauch der Heifsdampflokomotive von G Strahl, 1921.

**) Elektromotorische Betriebe von Prof. Schwaiger. Sammlung Göschen 1922.

für die umlaufenden Massen der Lokomotive. Aus der Zugkraft ergibt sich mit Hilfe der Zugkraftcharakteristik, Abb. 2, Taf. 6, die über der Fahrzeit angetragene Brenngeschwindigkeit. Der Wärmeverbrauch für die ganze Fahrzeit folgt dann als Summe der Produkte aus Brenngeschwindigkeit, Fahrzeit, Rostfläche und Kohlenheizwert, und die geleistete Lokomotivarbeit für die ganze Fahrstrecke als Summe der Produkte aus Zugkraft und Fahrstrecke, woraus sich der Wärmewirkungsgrad ergibt für den

300 t Wagenzug mit 8,1 %

und für den 600 t » » 7,45 %

Bei Berücksichtigung des Kohlenverbrauches für Anheizen und Entschlacken mit 220 kg, bezogen auf die 94 km lange Strecke, ergibt sich der Wärmewirkungsgrad für den

300 t Wagenzug $\frac{8{,}1 \,.\, 389{,}7 \,.\, 4{,}5}{389{,}7 \,.\, 4{,}5 + 220} = 7{,}2\,\%$

und für den 600 t » $\frac{7{,}45 \,.\, 599{,}5 \,.\, 4{,}5}{599{,}5 \,.\, 4{,}5 + 220} = 6{,}9\,\%$.

Der in den beiden Bahndiagrammen dargestellte schroffe Wechsel der Zugkraft und Brenngeschwindigkeit bei Steigungswechsel und nicht voll ausgelasteter Lokomotive entspricht nicht der Wirklichkeit, in der schwankende Fahrgeschwindigkeit, Rostbeschickung und Kesselwasserstandshöhe mildernd oder ausgleichend wirken, doch wird dadurch das Endergebnis nicht nennenswert beeinträchtigt. Da die für die verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten und Belastungen in den einzelnen Streckenabschnitten eingeführten Wirkungsgrade von Maschine und Kessel nach der Strahlschen Berechnungsweise aus dem Lokomotivbetriebe abgeleitet worden sind, stimmt auch der ermittelte Wärmewirkungsgrad mit dem Lokomotivbetriebe überein.

Diesel-elektrische Lokomotive.

Ebenso sind für die Diesel-elektrische 2 C 2 Lokomotive zur Bestimmung der Leistung und Wärmeausnützung Betriebsergebnisse zugrunde gelegt. Aus den Ergebnissen der Versuche der russischen Diesel-elektrischen 1 E 1 Lokomotive auf dem Prüfstand in Eßlingen*) lassen sich bei der gleichen Motorcharakteristik, jedoch entsprechend verstärkten Motoren und geänderter Zahnradübersetzung ableiten: nach Abb. 1, Taf. 7 die Leistungen bei vorteilhaftester Brennstoffüllung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und Drehzahl des Dieselmotors, nach Abb. 2, Taf. 7 die den Leistungen entsprechenden Wirkungsgrade der Lokomotive in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und Drehzahl, nach Abb. 3, Taf. 7 der Verbrauch an Brennstoff von 10000 WE/kg aus den Abb 1 u. 2, Taf. 7 mit Hilfe der Formel $B = 0{,}0632\ Ne$ in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und Drehzahl, nach Abb. 4, Taf. 7 die Zugkraft — rechnerisch aus Abb. 1, Taf. 7 ermittelt — in Abhängigkeit von dem Brennstoffverbrauch und der Fahrgeschwindigkeit, und nach Abb. 5, Taf. 7 die Zugkraft über der Fahrgeschwindigkeit als Kurven gleichen Brennstoffverbrauches.

In dieser Zugkraftcharakteristik, Abb. 5, Taf. 7, sind die Laufwiderstände der Züge auf der Wagerechten, abzüglich des in der Motorleistung enthaltenen Widerstandes der Treibachsen, sowie die Schubkraft der Schublokomotive in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit eingetragen. Daraus ergibt sich das Bahndiagramm, Abb. 6 u. 7, Taf. 7, wie für die Dampflokomotive entwickelt, mit dem Wärmewirkungsgrad für den

300 t Wagenzug mit 21,2 %

und den 600 t » » 20,5 %

Elektrische Lokomotive.

Für die elektrische 2 B-B 2 Lokomotive mit zwei Doppelmotoren von je 2.500 PS Dauerleistung sind aus Prüfstandsergebnissen von dem BBC-Einphasen-Wechselstrommotor, Type ELM 86/12*) die Zugkraft- und Wirkungsgradkurven der Abb. 1 bis 3, Taf. 8 entwickelt.

Wird der zusätzliche Leistungsverbrauch des Getriebes, der Blindwellen, Kuppelachsen und Zahnradübersetzung beim Arbeiten unter Last mit 5 % der Motorleistung, das Übersetzungsverhältnis der Umlaufszahl des Motors zum Treibrad mit 2,866 : 1, und der Treibradhalbmesser mit 0,7 m angenommen, so folgt aus dem Drehmoment M eines Motors die Zugkraft

$$Ze = \frac{0{,}95 \,.\, 2{,}866 \,.\, 4\ M}{0{,}700} = 15{,}6\ M$$

und aus der Drehzahl n des Motors die Fahrgeschwindigkeit

$$V = \frac{n \,.\, 60 \,.\, 1{,}4 \,.\, \pi}{2{,}866 \,.\, 1000} = 0{,}0921\ n,$$

so daß sich aus der auf dem Prüfstand ermittelten Motorcharakteristik die Zugkräfte der Lokomotive, wie in Abb. 1, Taf. 8 dargestellt ist, als Kurven gleicher Spannung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit ergeben, und in der gleichen Abhängigkeit die Stromkurve. Die Zugkräfte sind durch das Reibungsgewicht der Lokomotive mit 78,6 t . 200 kg/t = 15720 kg und durch den Transformator begrenzt. Die Wirkungsgrade des Motors nach den Prüfstandversuchen sind nach Abb. 2, Taf. 8 als Kurven gleicher Drehmomente über der Spannung aufgetragen, hieraus sind nach Abb. 3, Taf. 8 die Wirkungsgrade von sämtlichen Spannungsstufen als Kurven gleicher Spannung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit abgeleitet.

Das Bahndiagramm, Abb. 4 u. 5, Taf. 8, enthält den Leerlaufwiderstand der Lokomotive auf der Wagerechten mit nur

3,2 kg für jede t Lokomotivgewicht bei 0 km/h Geschwindigkeit
3,4 „ „ „ „ „ „ 10 „ „
3,65 „ „ „ „ „ „ 20 „ „
4,1 „ „ „ „ „ „ 30 „ „
4,7 „ „ „ „ „ „ 40 „ „
5,4 „ „ „ „ „ „ 50 „ „
6,40 „ „ „ „ „ „ 60 „ „
7,55 „ „ „ „ „ „ 70 „ „
8,85 „ „ „ „ „ „ 80 „ „
10,3 „ „ „ „ „ „ 90 „ „

und zur Berechnung der Beschleunigung einen Zuschlag von 35 % des Lokomotivgewichtes für die umlaufenden Massen. Mit Hilfe der Zugkraftcharakteristik, Abb. 1, Taf. 8, und der Wirkungsgradkurven, Abb. 3, Taf. 8, läßt sich in das Bahndiagramm, Abb. 4 u. 5, Taf. 8, die Stromstärke und der Motorwirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugkraft und Fahrgeschwindigkeit eintragen. Aus der Stromstärke folgt die mit Hilfe von Prüfstandsergebnissen über der Fahrzeit aufgetragene Motorübertemperatur, und aus den Wirkungsgraden des Motors während der Zeit t' für die einzelnen Streckenabschnitte der mittlere Wirkungsgrad des Motors $\eta^1 = \frac{\Sigma(\eta^0 \,.\, t'}{\Sigma t'}$ = 85,4 % für den Zug mit 300 t sowohl, wie für den mit 600 t Gewicht. Wird der Kohlenheizwert im Kraftwerk nach Landsberg**) mit = 13,9 % in elektrische Kraft umgewandelt, der Wirkungsgrad der Kraftübertragung von der Sammelschiene im Kraftwerk bis zum Stromabnehmer der Lokomotive mit = 94 % angenommen, so beträgt der Wärmewirkungsgrad der elektrischen Lokomotive $\eta = 0{,}854 \,.\, 13{,}9 \,.\, 0{,}75 \,.\, 0{,}94 = 8{,}4\,\%$.

Mechanisch angetriebene Diesellokomotive.

Für die 2 C 2 Diesellokomotive ist gleichfalls die Charakteristik des Motors der russischen 1 E 1 Diesel-elektrischen Lokomotive zugrunde gelegt, mit dem Unterschied, daß die Normalleistung des Motors bei 300 Umdrehungen in der

*) Die Diesel-elektrische Lokomotive von Prof. G. Lomonossoff. V. D. I. Verlag. 1924.

*) BBC-Mitteilungen 1922, S. 8, 12 und 199.

**) Z. d. V. d. I. 1920 S. 518: Kraft- u. Wärmewirtschaft im Eisenbahnwesen.

Abb. 3. Bahndiagramm der 2 C 1 He
von 300 t. G

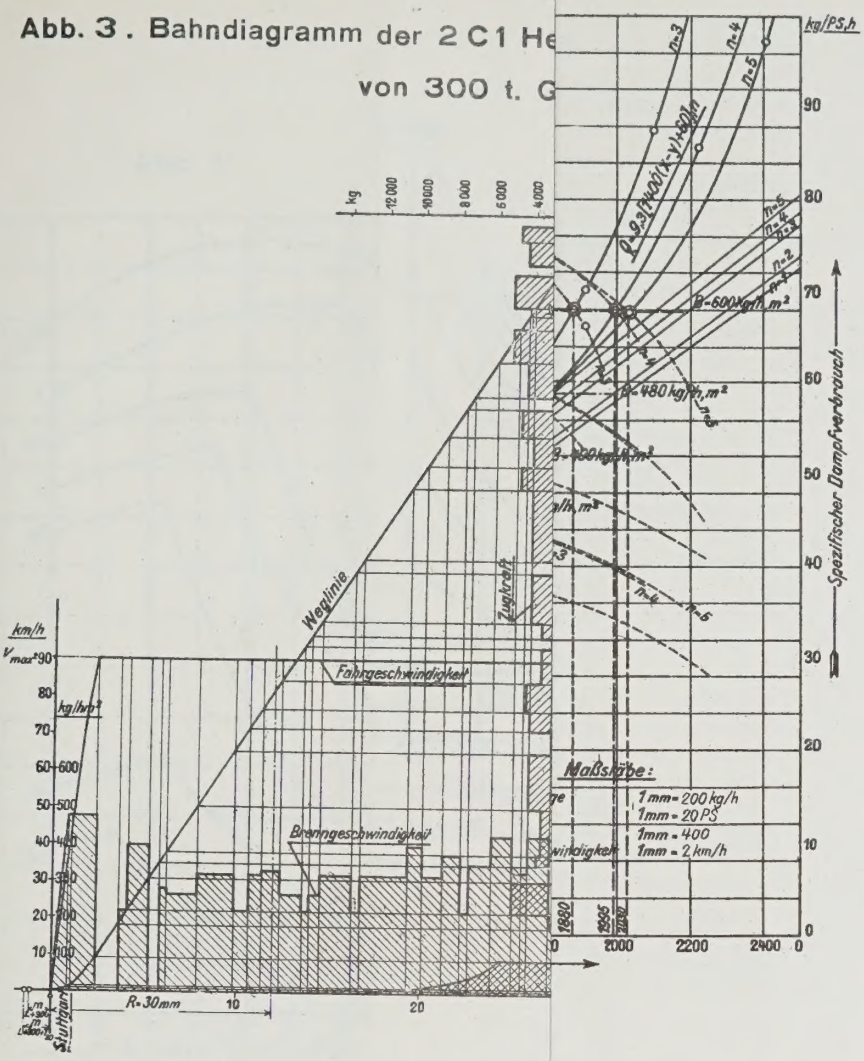
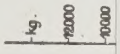
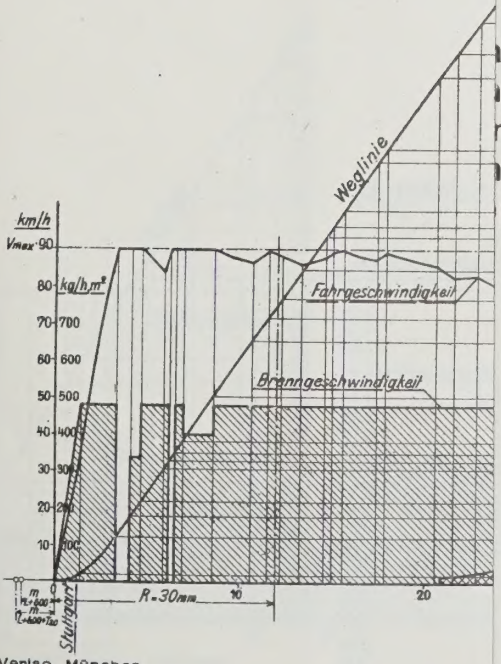


Abb. 4. Bahndiagramm de



Aufsatz:
isch angetriebene
motive mit fester
g und mehreren,
pelbaren Motoren.



C. W. Kreidel's Verlag, München. Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 3. Bahndiagramm der 2 C 1 Heißdampflokomotive mit Zug von 300 t. Gewicht.

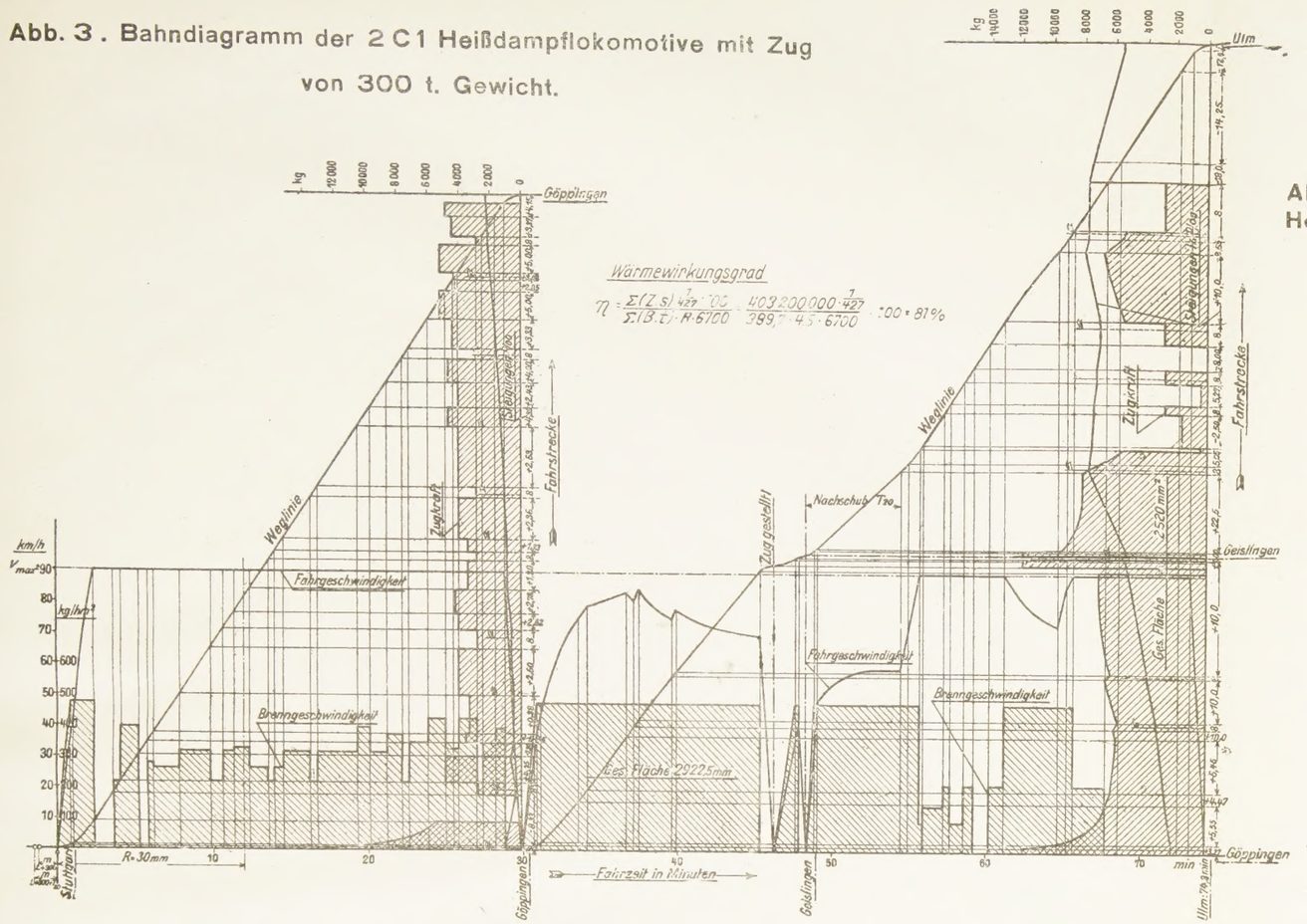


Abb. 4. Bahndiagramm der 2 C 1 Heißdampflokomotive mit Zug von 600 t Gewicht.

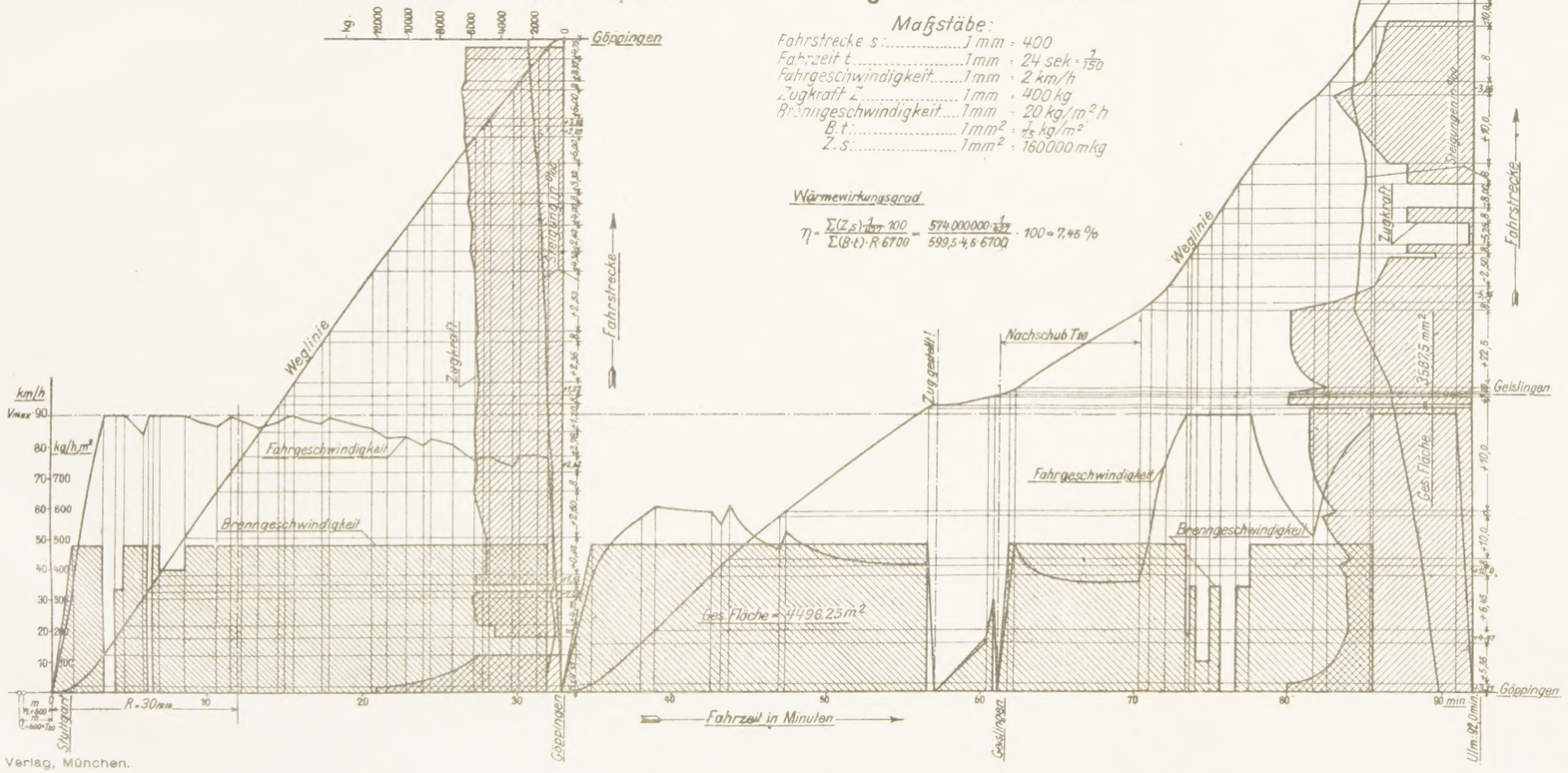
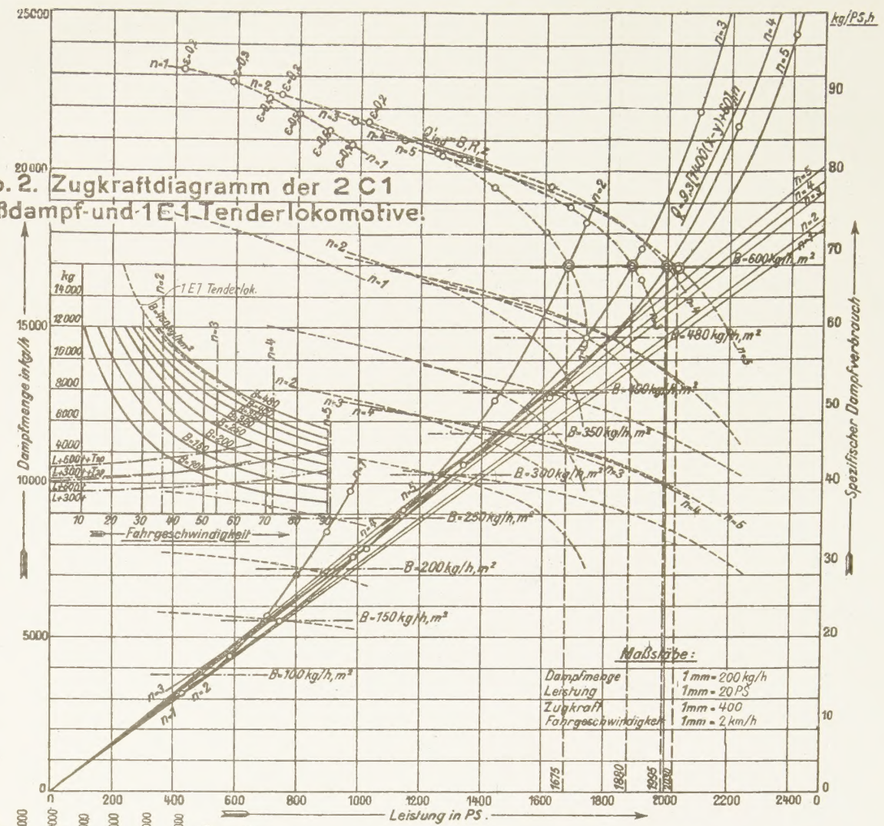


Abb. 1. Leistungsdiagramme der 2 C 1 Heißdampflokomotive.

Abb. 2. Zugkraftdiagramm der 2 C 1 Heißdampf- und 1 E 1 Tenderlokomotive.



Zum Aufsatz:
Die mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 1.

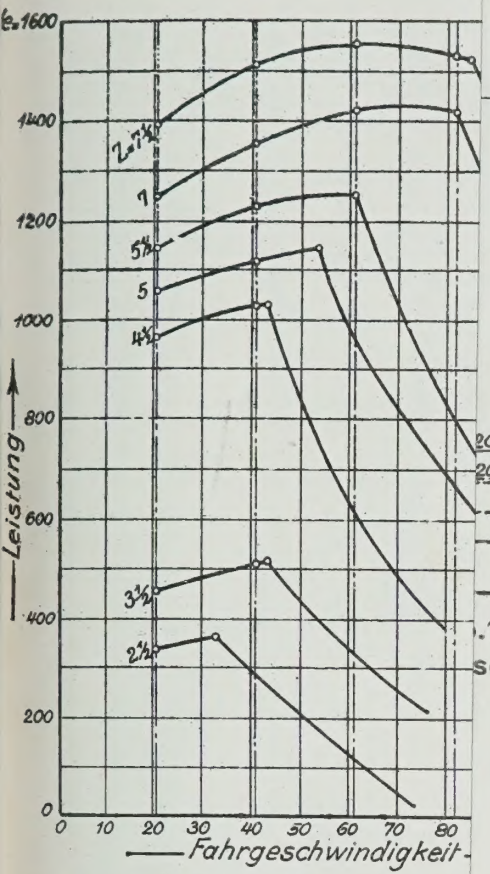
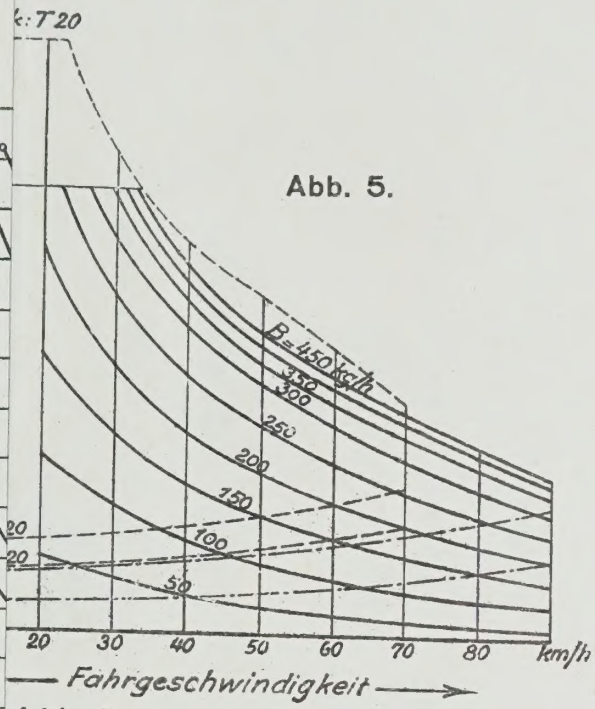
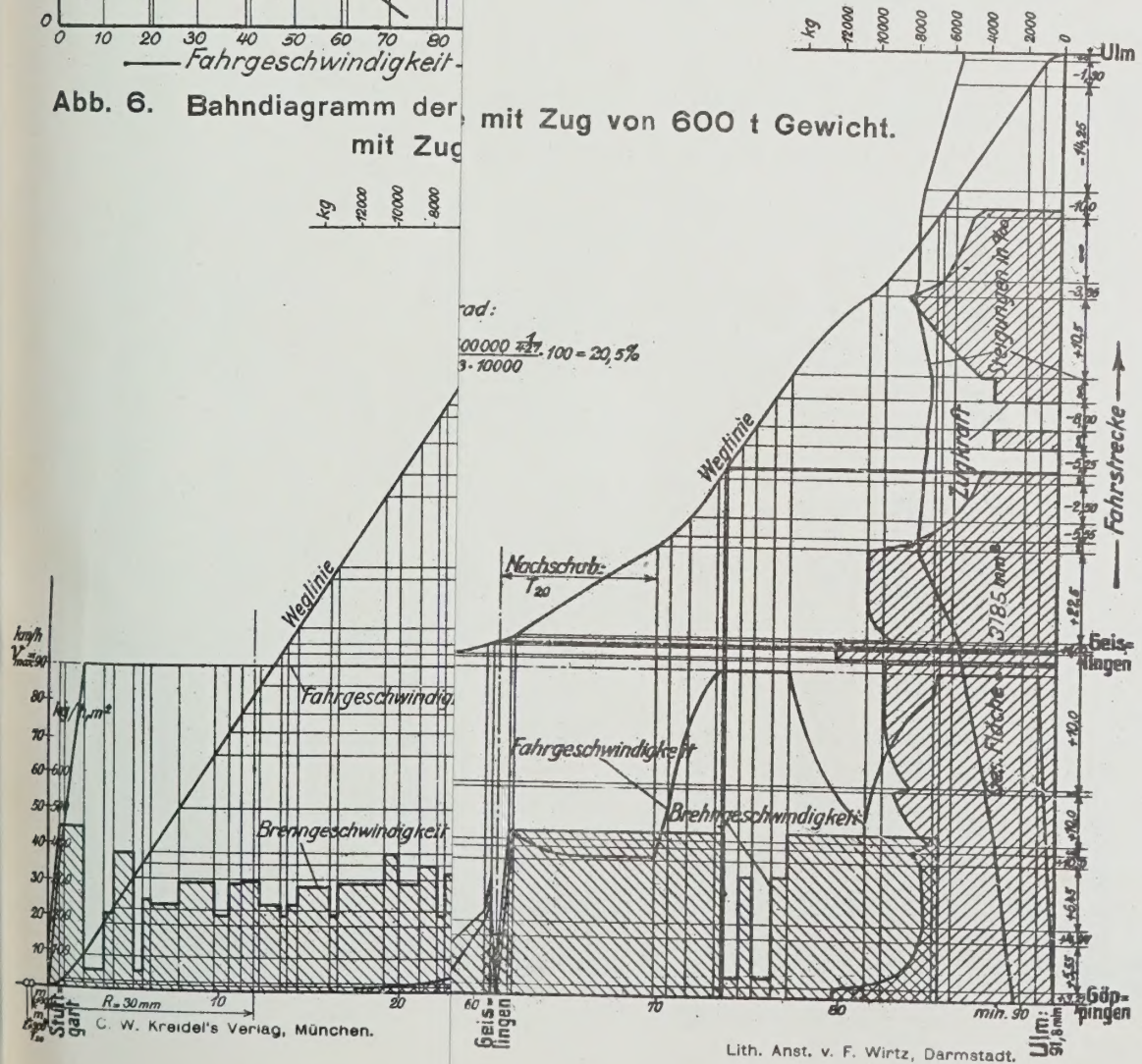


Abb. 5.



.1. bis 5. Leistungsdiagramme der
sel-elektrischen 2C2 Lokomotive.

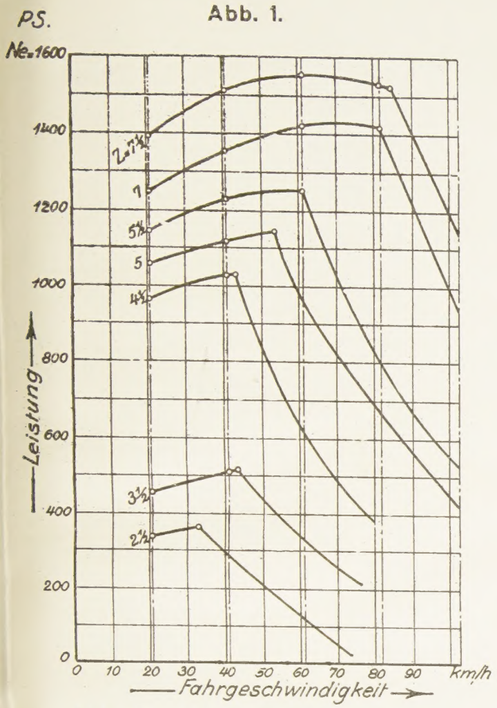
Abb. 6. Bahndiagramm der mit Zug von 600 t Gewicht.
mit Zug



C. W. Kreidel's Verlag, München.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Die mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren.

Abb. 1.



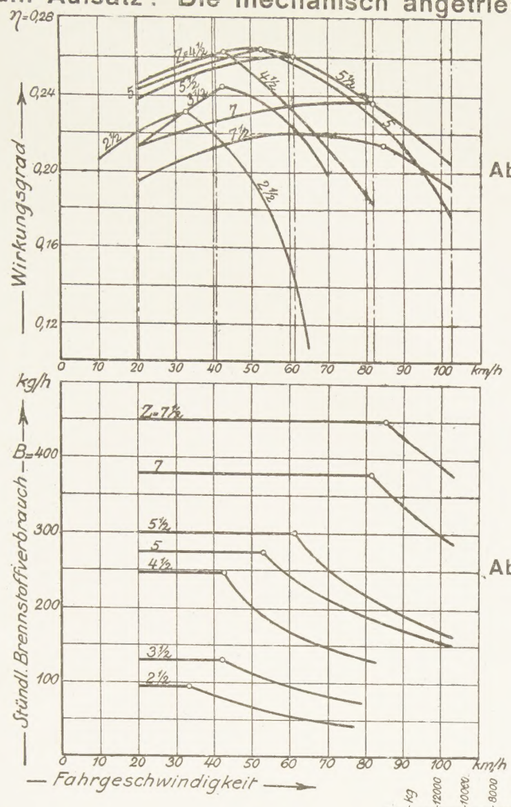
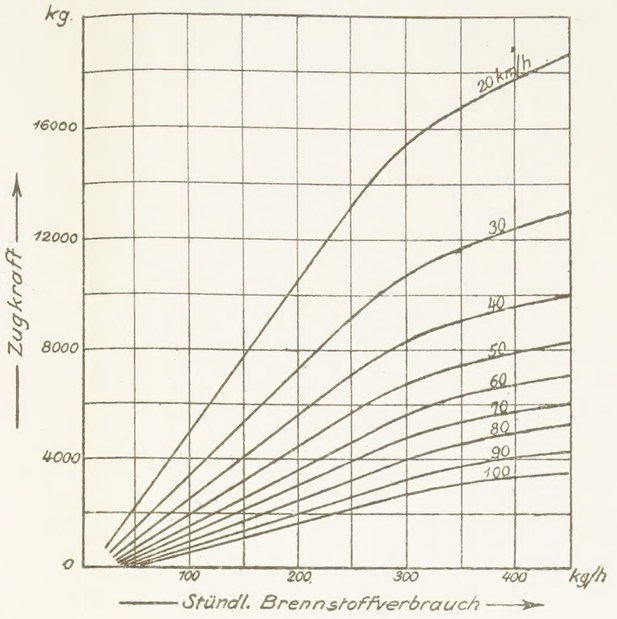


Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.



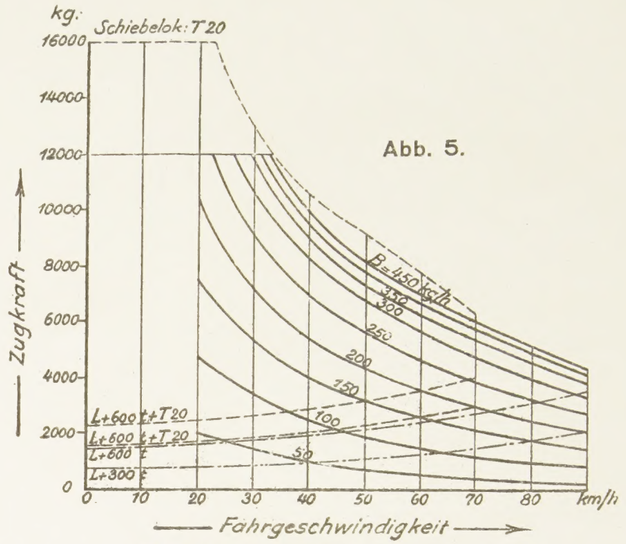


Abb. 5.

Abb. 1. bis 5. Leistungsdiagramme der Diesel-elektrischen 2C2 Lokomotive.

Abb. 6. Bahndiagramm der Diesel-elektrischen 2C2 Lokomotive mit Zug von 300 t Gewicht.

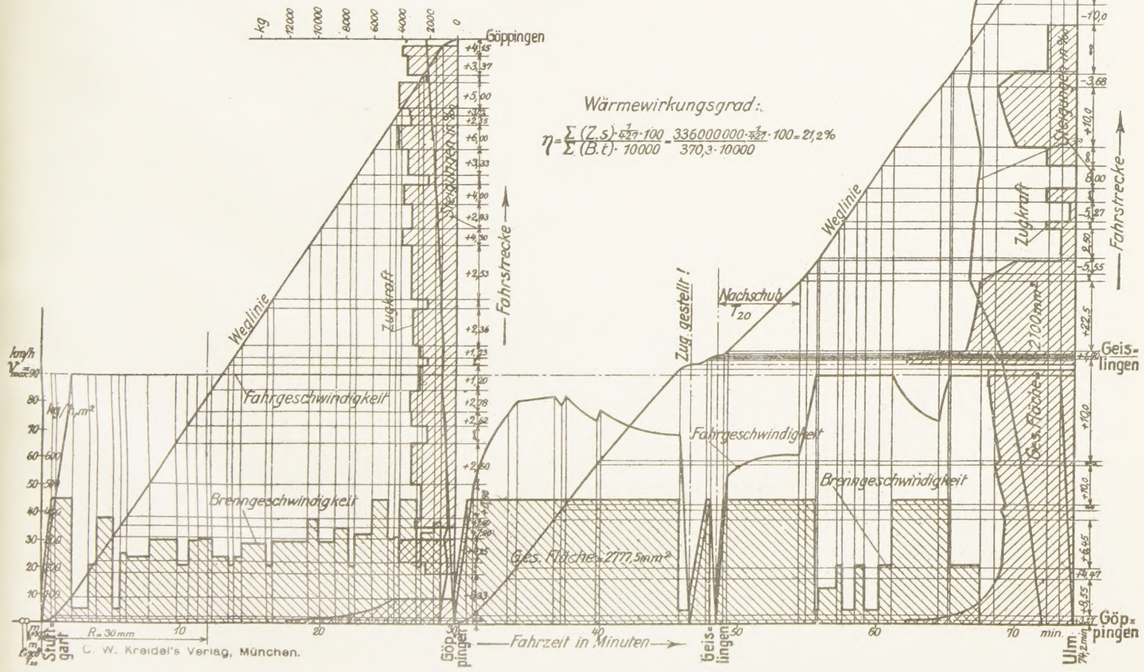
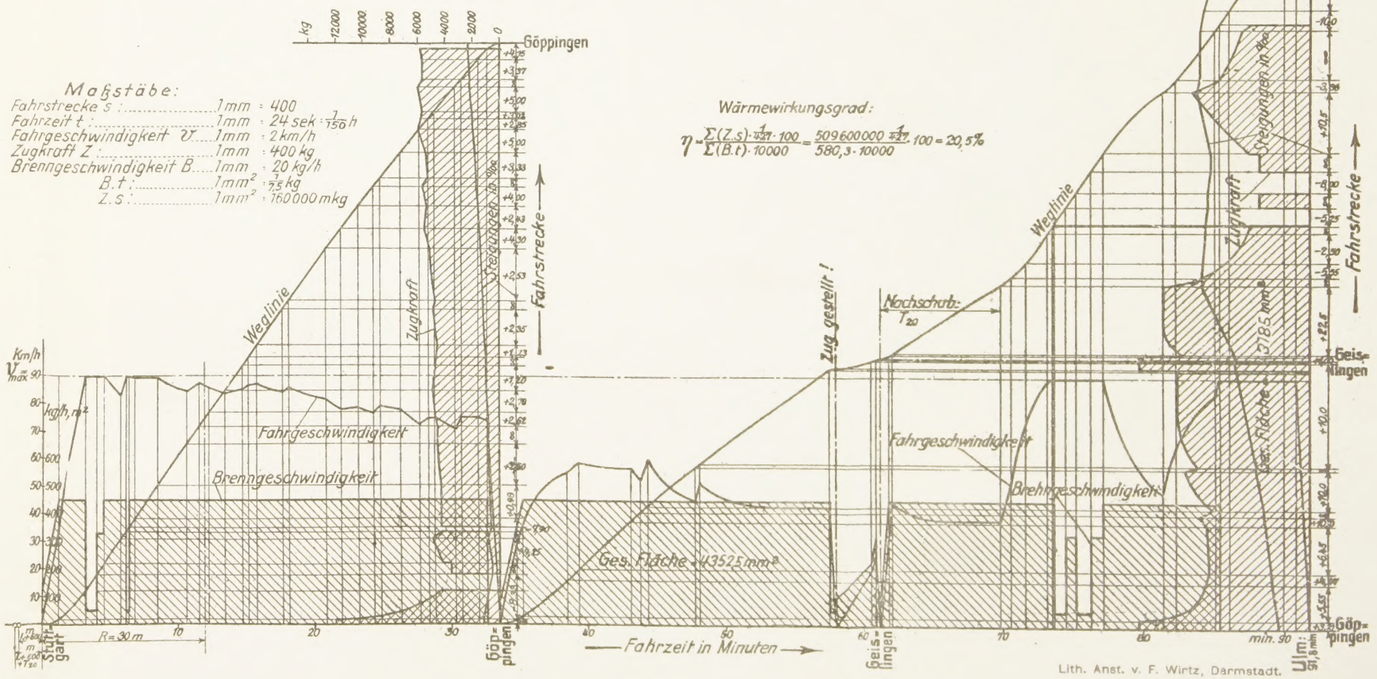


Abb. 7. Bahndiagramm der Diesel-elektrischen 2C2 Lokomotive mit Zug von 600 t Gewicht.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Zum Aufsatz: Die mechanisch angetriebene Diesellokomoti

Abb. 1.

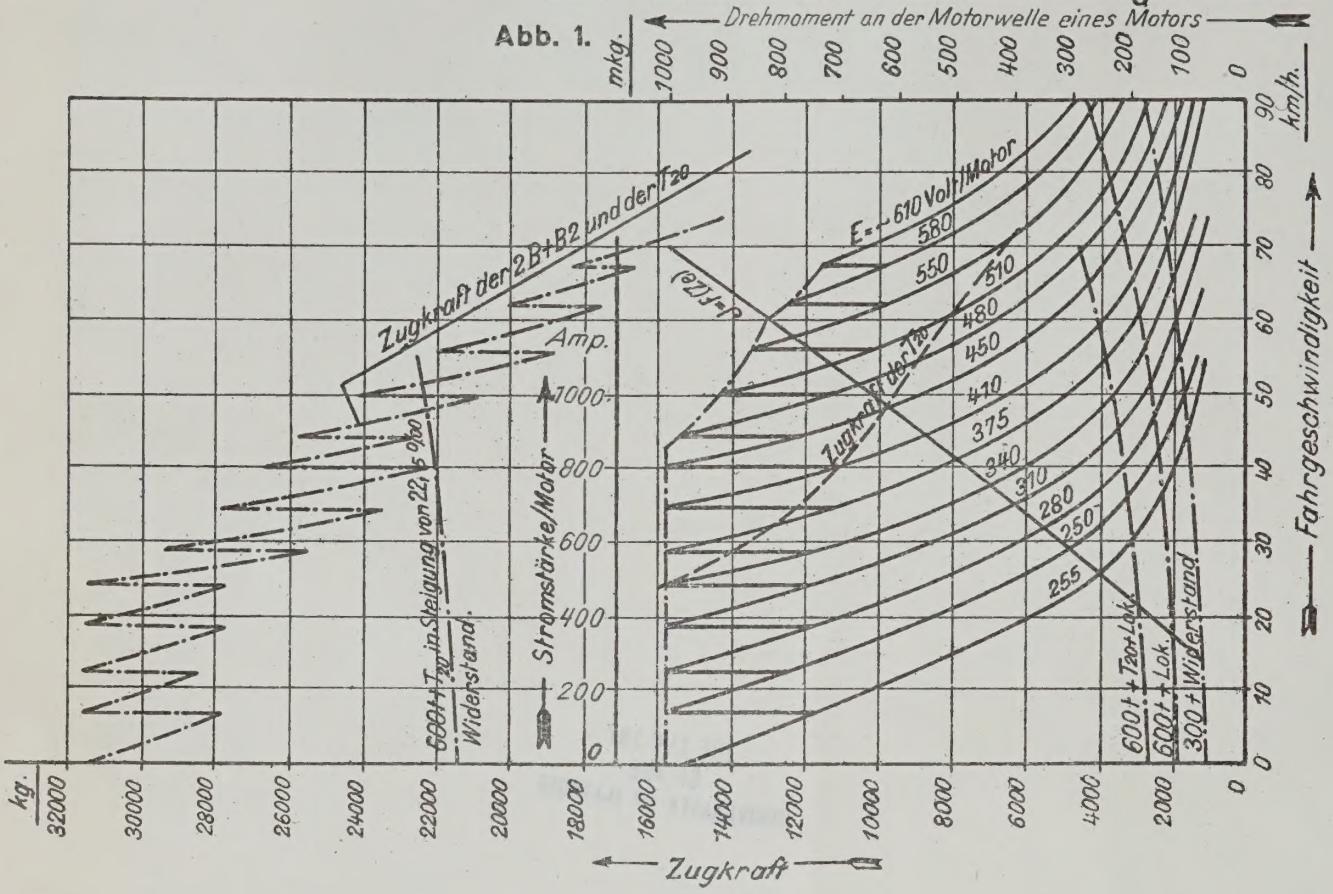
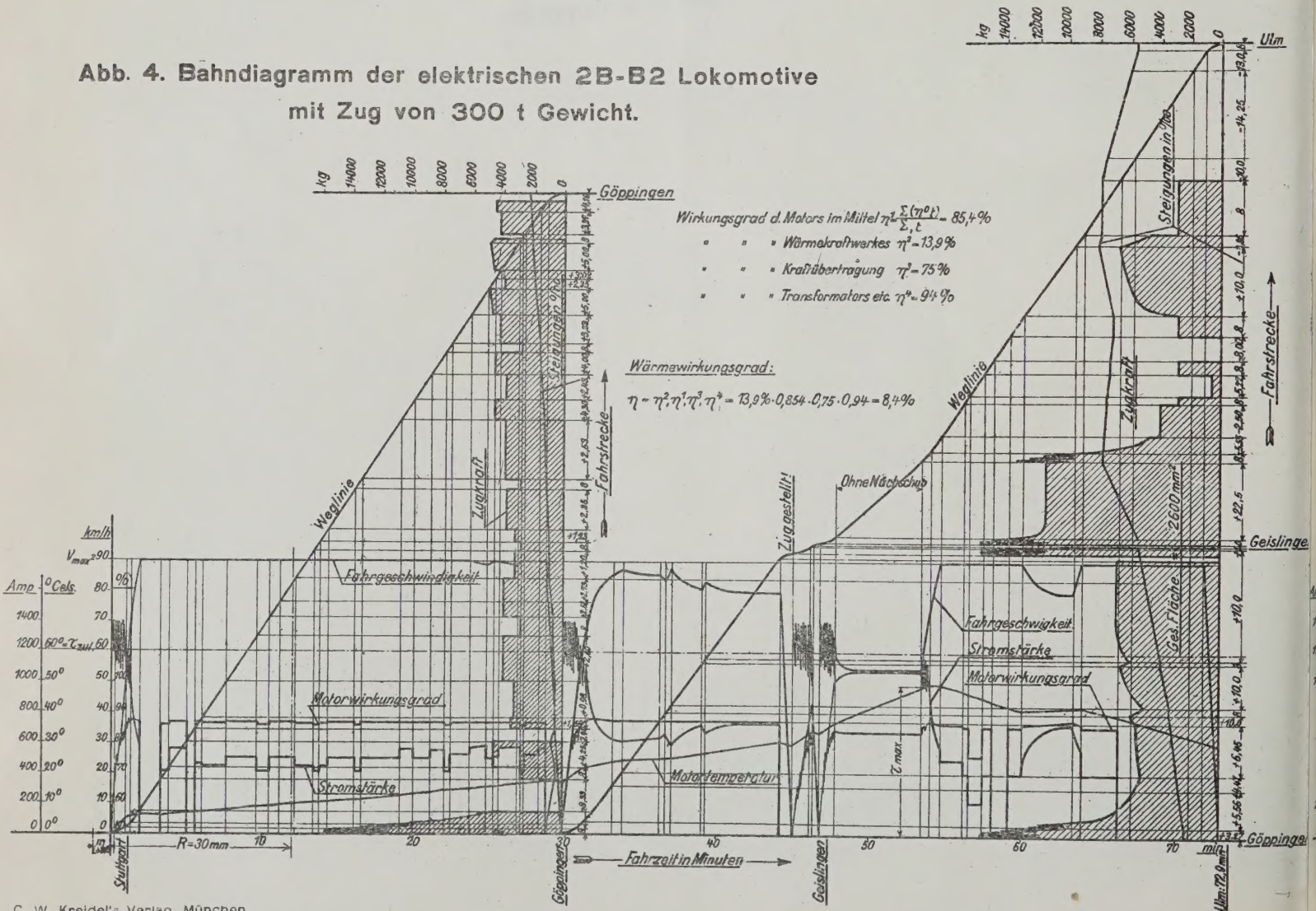


Abb. 4. Bahndiagramm der elektrischen 2B-B2 Lokomotive mit Zug von 300 t Gewicht.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

ester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren.

Abb. 2.

wirkungsgrad = f(E Volt, M = konst.)

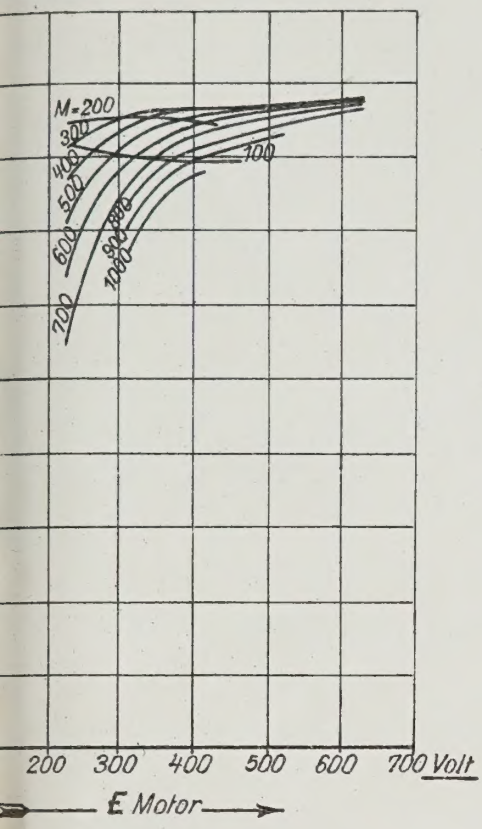


Abb. 1. bis 3. Leistungsdiagramme der elektrischen 2B-B2 Lokomotive.

Abb. 3.

Motorwirkungsgrad = f(V, E = konst.)

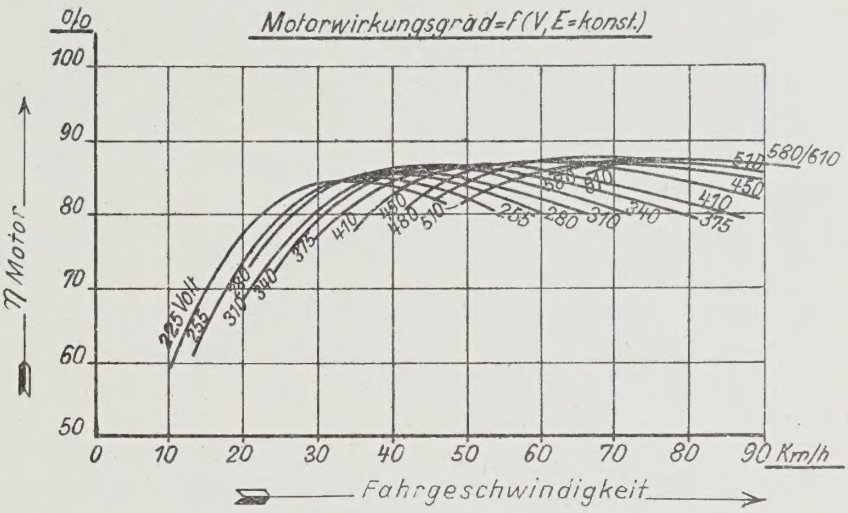
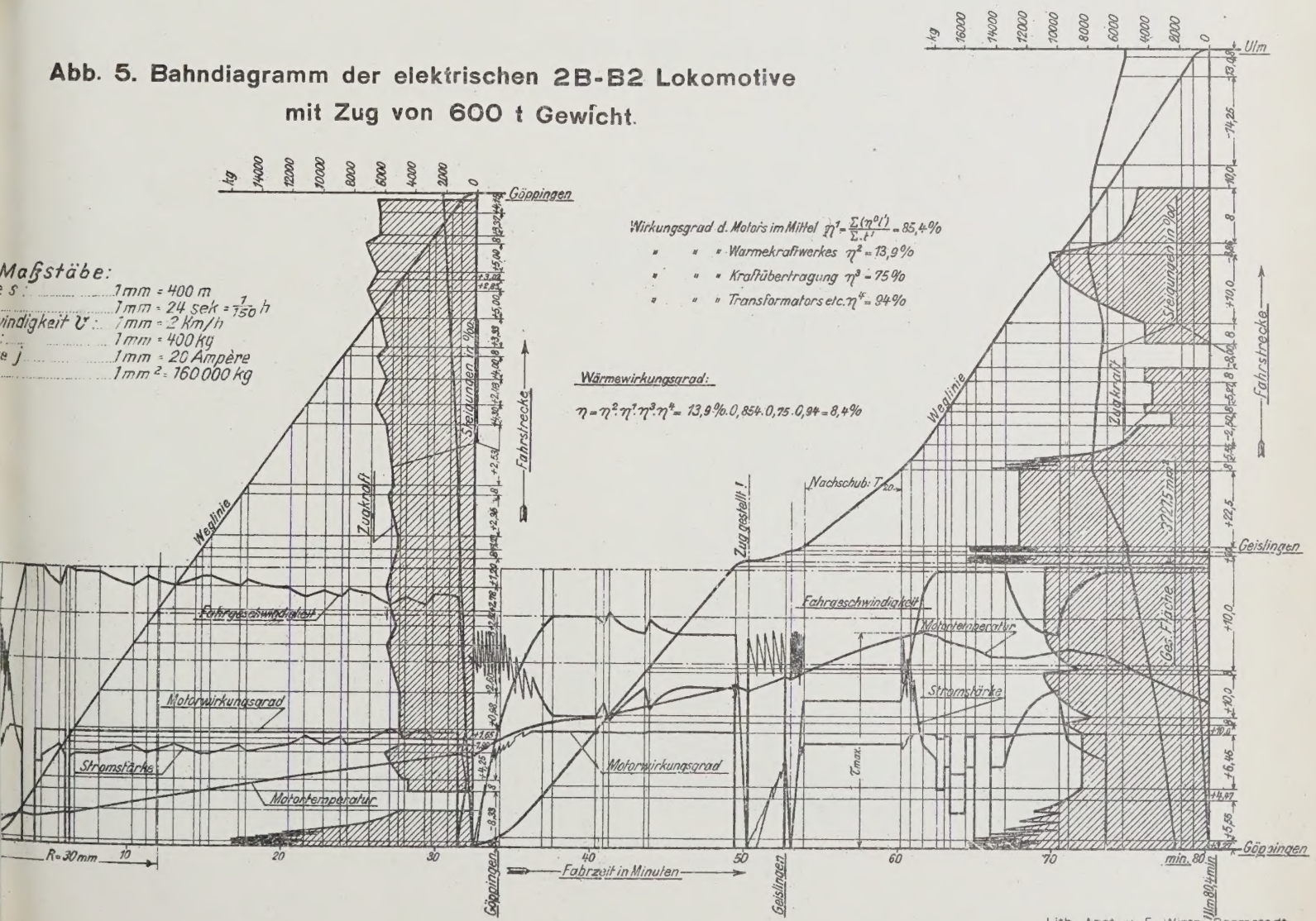
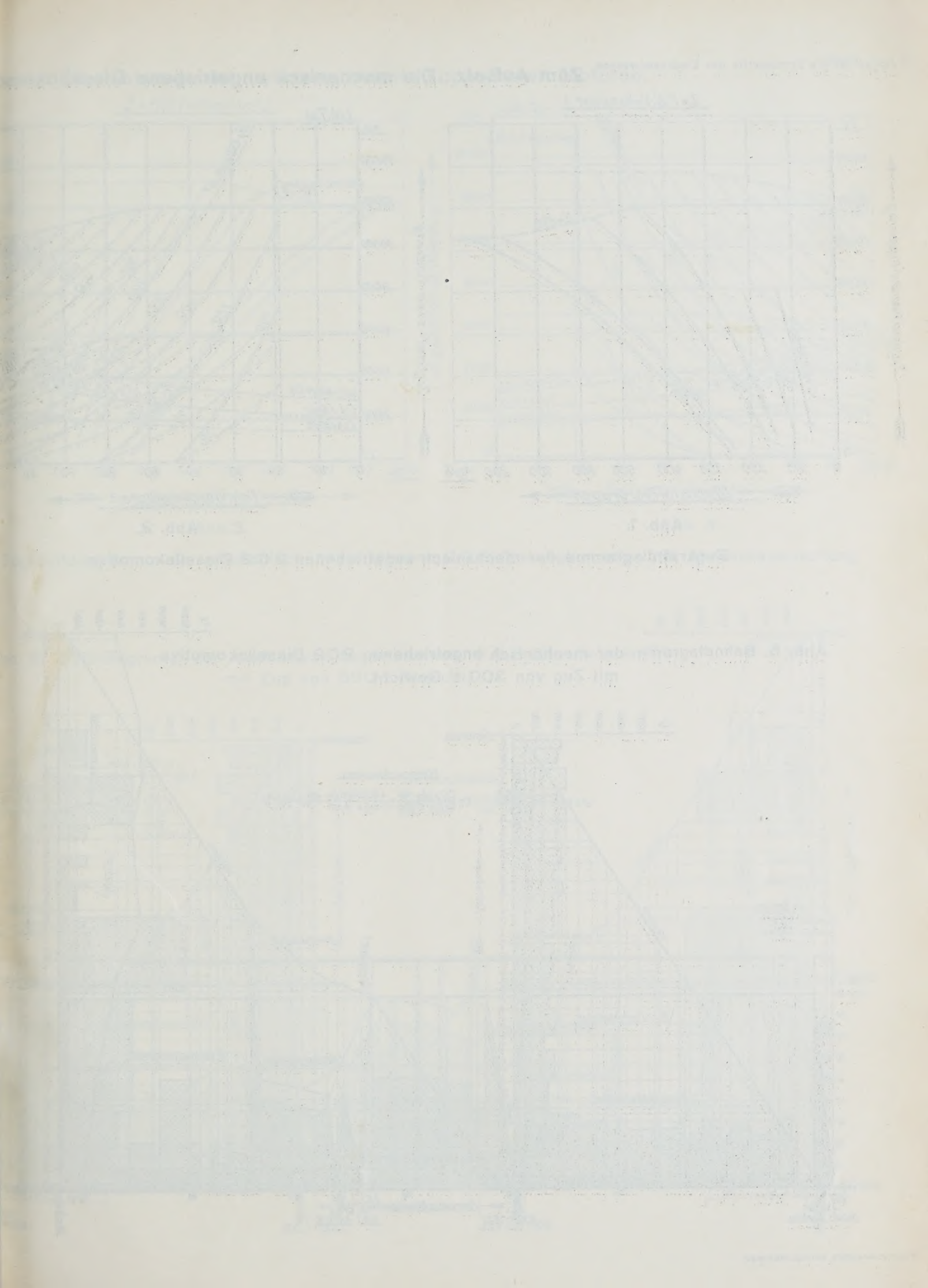


Abb. 5. Bahndiagramm der elektrischen 2B-B2 Lokomotive mit Zug von 600 t Gewicht.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



Zum Aufsatz: Die mechanisch angetriebene Diesellokomo

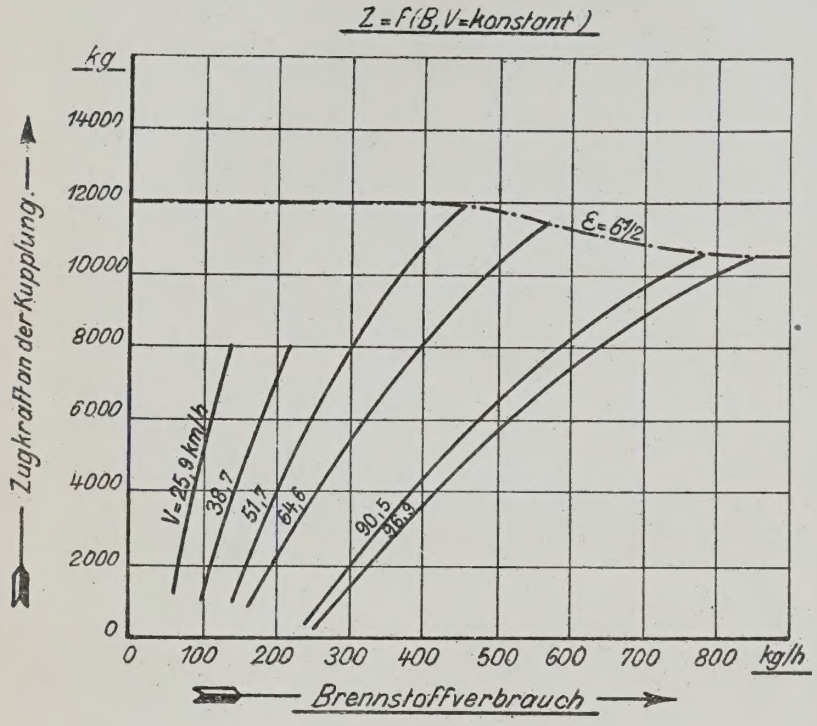


Abb. 1.

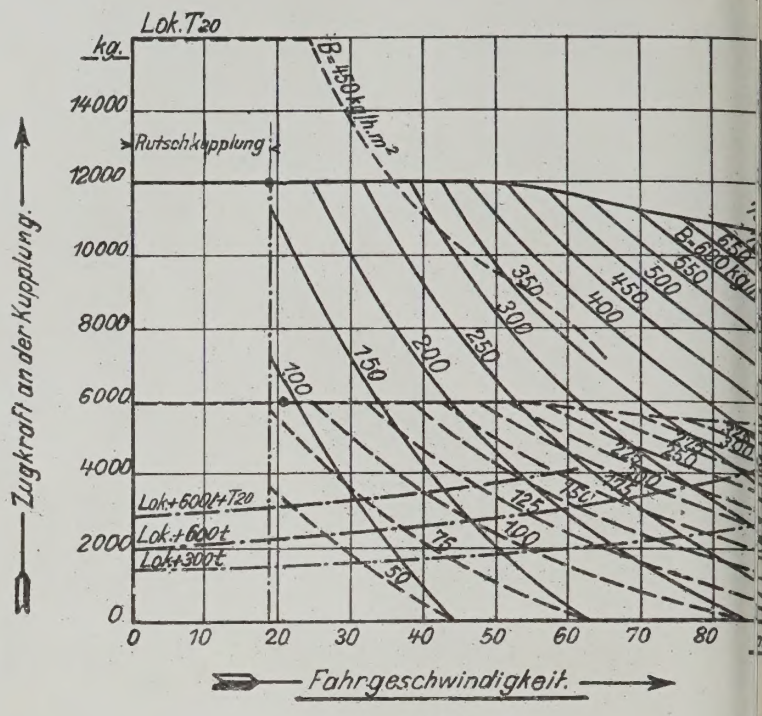
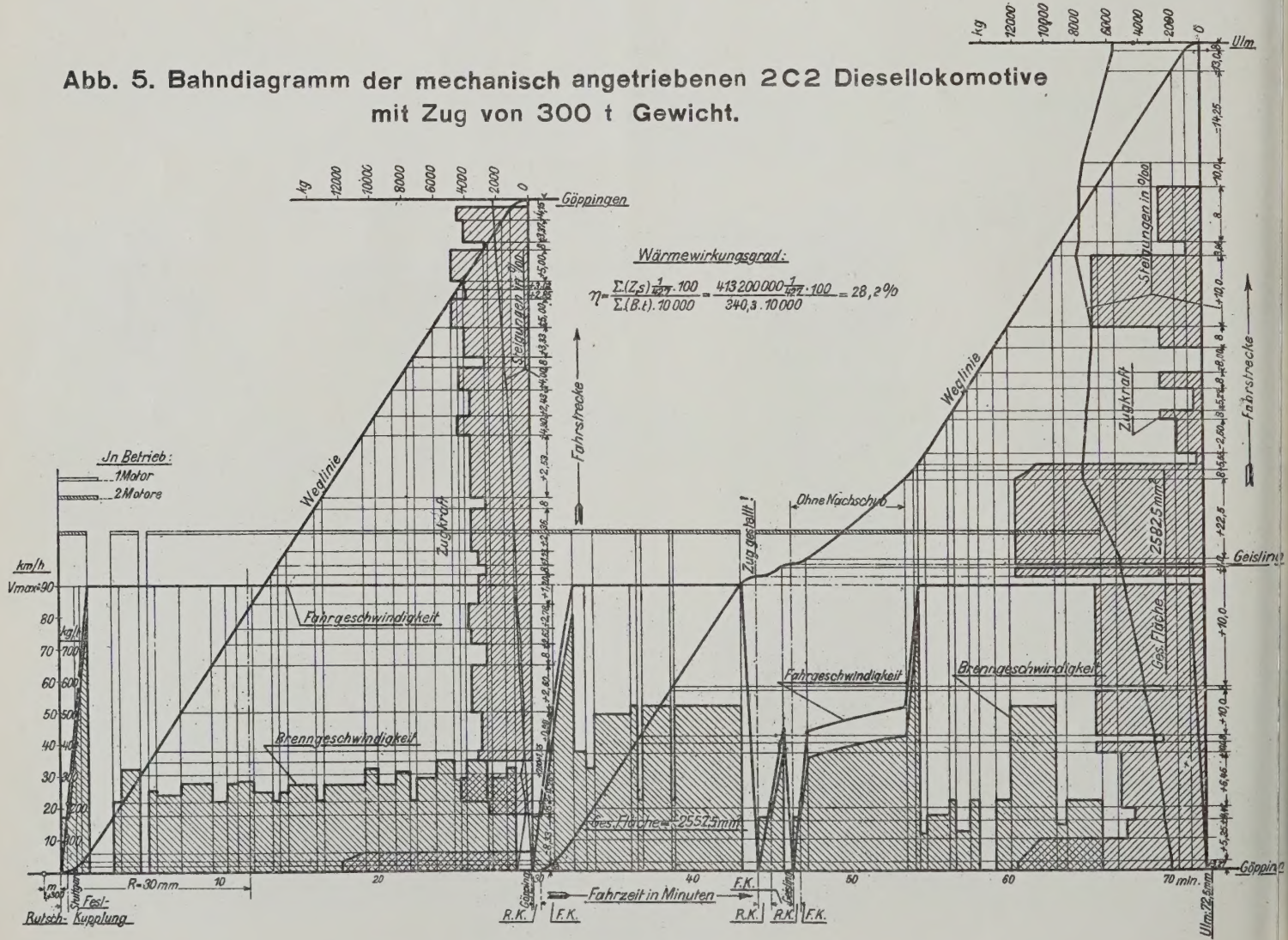


Abb. 2.

Zugkraftdiagramme der mechanisch angetriebenen 2 C 2 Diesellokomotive.

Abb. 5. Bahndiagramm der mechanisch angetriebenen 2C2 Diesellokomotive mit Zug von 300 t Gewicht.



…fester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren.

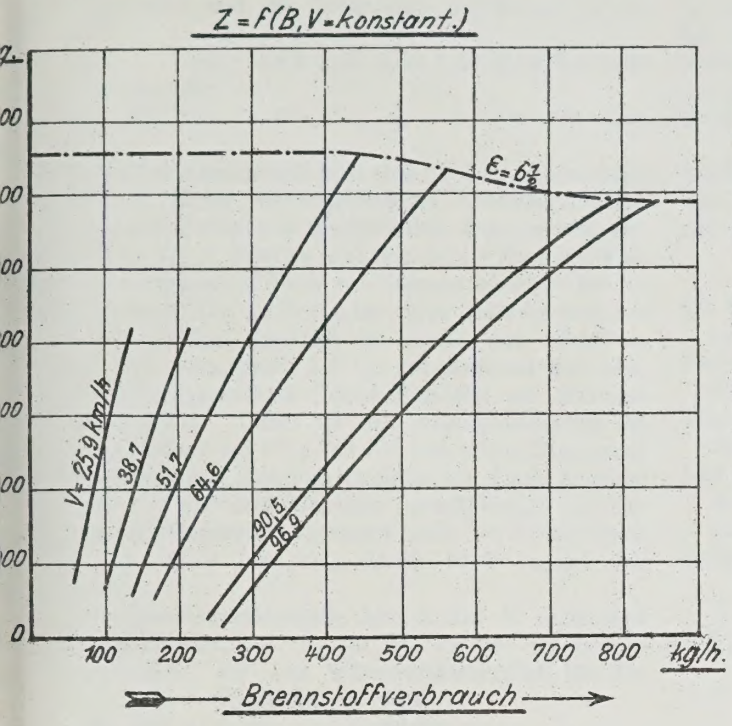


Abb.3.

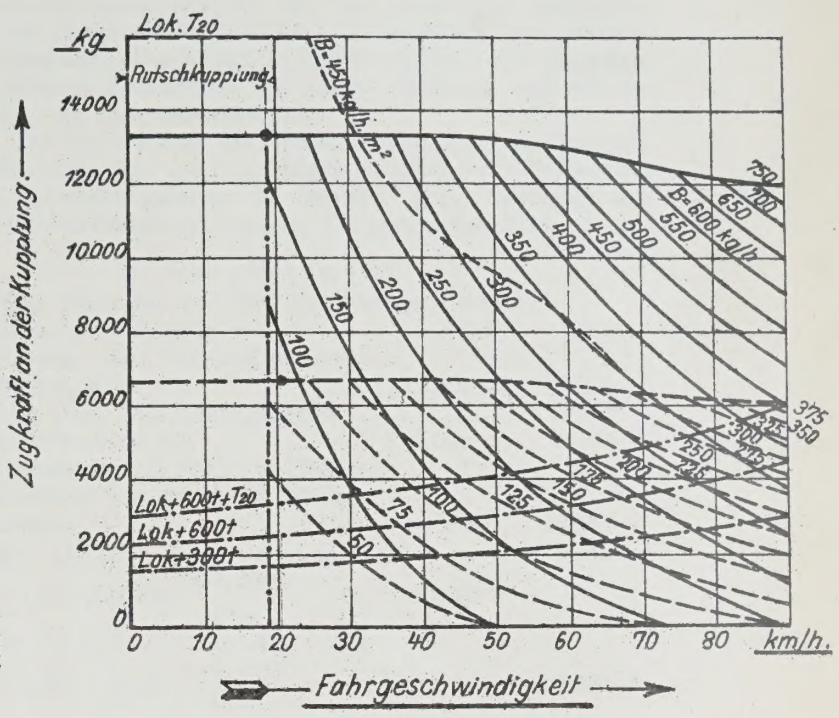
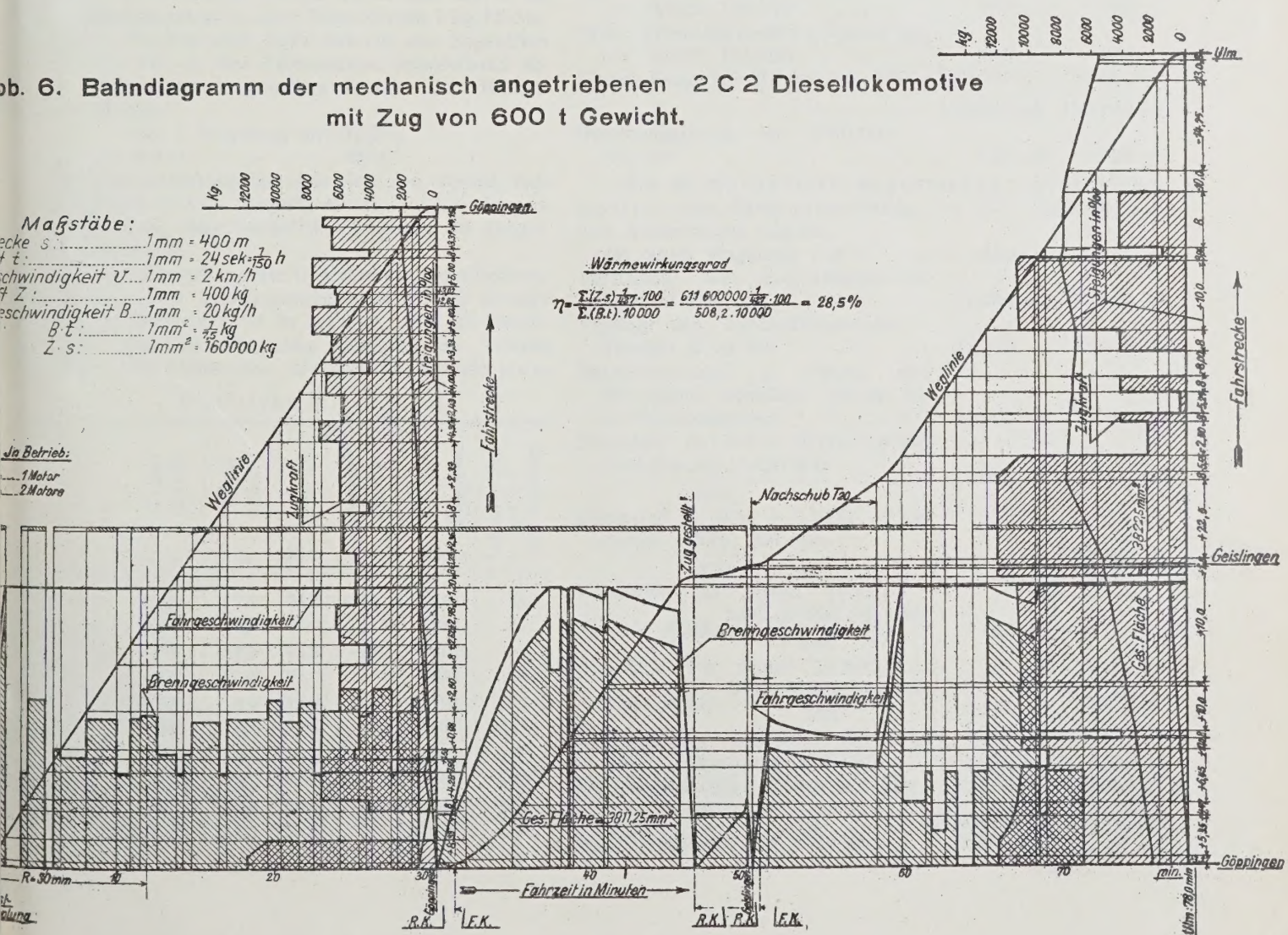


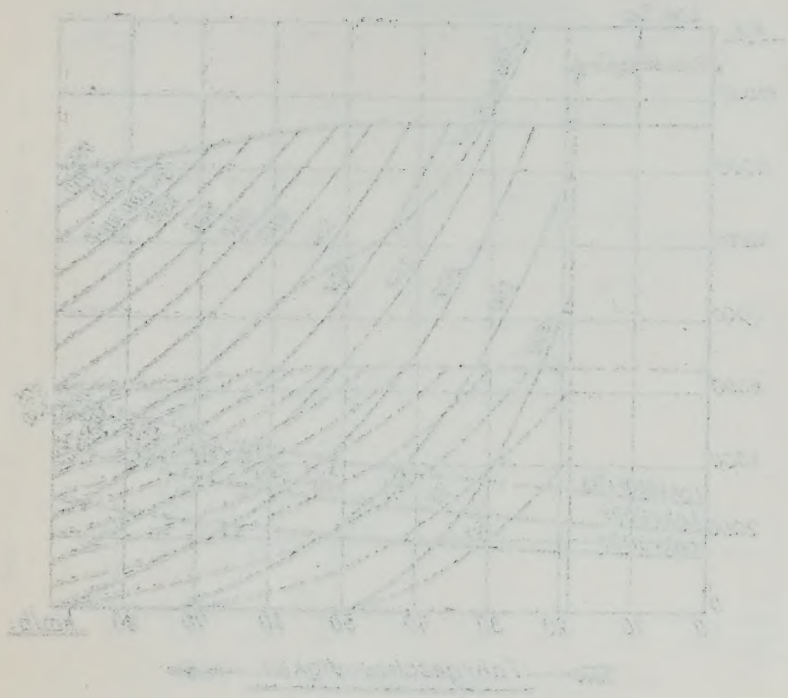
Abb. 4.

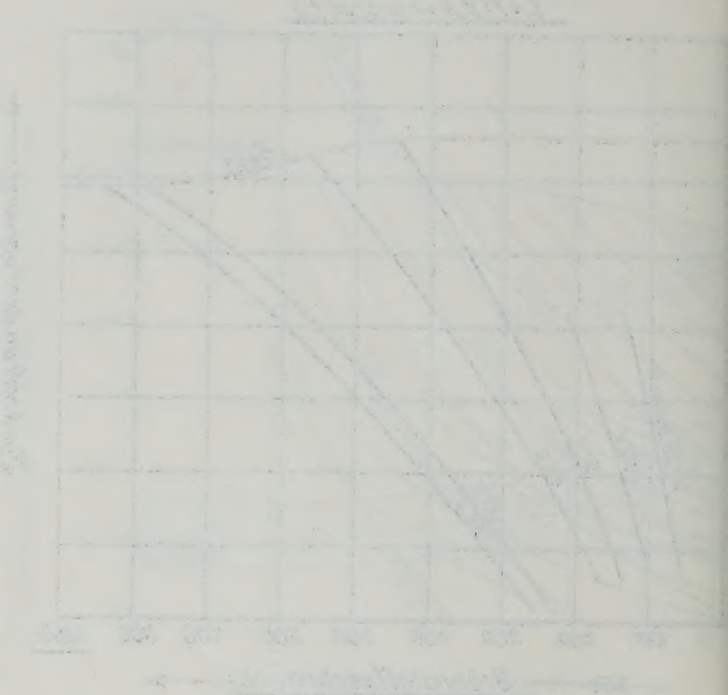
Zugkraftdiagramme der mechanisch angetriebenen 2 C 2 Diesellokomotive mit Abwärmeverwertung.

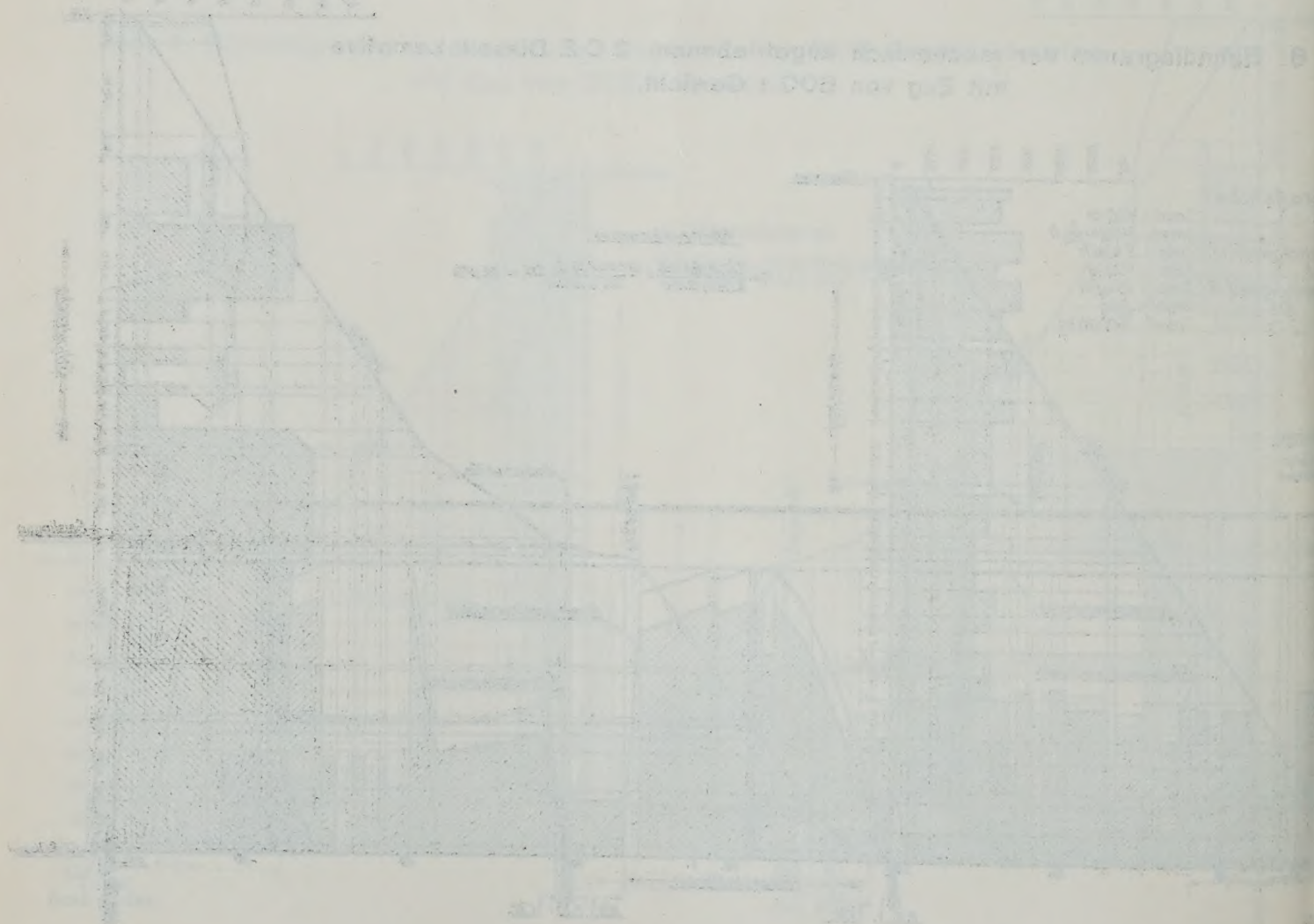
…bb. 6. Bahndiagramm der mechanisch angetriebenen 2 C 2 Diesellokomotive mit Zug von 600 t Gewicht.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.







te erreicht wird und die Drehzahlen des Motors in der nde

von	1,43	2,14	2,86	3,57	4,29	5,0	5,35
des Motors der Lokomotive von	2	3	4	5	6	7	$7^1/_2$

rechen.

Aus der Motorcharakteristik läfst sich für den entsprechend er gewählten Motor die Zugkraft in Abhängigkeit von Brenngeschwindigkeit und Drehzahl bzw. Fahrgeschwindigkeit nach Abb. 1, Taf. 9 ableiten und daraus die Zugkraft über Fahrgeschwindigkeit in Form von Kurven gleicher Brennwindigkeit nach Abb. 2, Taf. 9 für einen und zwei Motoren igen. Die gröfste Zugkraft ist durch den effektiven derdruck von annähernd 5,5 at, entsprechend der Ausng des Reibungsgewichtes der Lokomotive mit 200 kg/t 000 kg begrenzt. Dabei ist die Ventilatorleistung für ühl- sowie Spülluft mit 9 % und der zusätzliche Widerstand loppelt gekuppelten Lokomotivtreibachsen beim Arbeiten Last mit 1 % der Gesamtleistung berücksichtigt und der rstand der leerlaufenden Lokomotive nach der Strahlschen el mit $2{,}5 \cdot 66 + 7{,}3 \cdot 60 + 0{,}006 \cdot 10\,(V + 12)^2$ voll setzt worden.

Aus der Zugkraftcharakteristik, Abb. 2, Taf. 9, ergibt sich Bahndiagramm Abb. 5 u. 6, Taf. 9, wie für die Dampfotive entwickelt, mit dem Wärmewirkungsgrad für den

300 t Wagenzug mit **28,2** %
d für den 600 t » » **28,5** %

Für die gleiche Diesellokomotive mit Abwärmeverung, unter der Annahme, dafs die Abgase mit rund $^1/_3$ Brennstoffwärme und einer Temperatur, wie sie der aktmotor liefert, bis auf 180° C zur Dampferzeugung auszt werden und der Dampf von nur 12 at und 320° C bei Speisewassertemperatur in einer Maschine mit 7 kg/PS-Std. fverbrauch verwertet wird, ergibt sich mit den Zugkräften Abb. 3 u. 4, Taf. 9, dem Vorstehenden entsprechend abet, im Bahndiagramm derselben Strecke der Wärmengsgrad für den

300 t Wagenzug mit **31,9** %
und den 600 t » » **32** %.

Die Abwärmeverwertung hat aufserdem den Vorteil, dafs im Bahnbetrieb lästige Auspuffgeräusch des Dieselmotors zu beseitigt wird, ohne wesentliche Erhöhung des Gegenes im Dieselmotor.

Bei der Gegenüberstellung der Gewichte der verschiedenen motiven und ihrer Leistungsverhältnisse auf der Strecke gart-Ulm in Übersicht 2 ist zu beachten, dafs die Dampfotive mit dem 600 t Wagenzug überlastet ist. Ebenso Diesel-elektrische Lokomotive, die auch im Gewicht etwas

Übersicht 2.

	Wagengewicht t	Wärmewirkung %	Fahrzeit Min.	Lokomotivgewicht t	Leistung bei Bergfahrt PS/h	Leistung PS/h auf 1 t Lok.-Gewicht
f-	300	7,2	74,3	160	1220	7,6
omotive . .	600	6,9	92,0	„	1390	8,7
-elektrische	300	21,2	74,2	126	1010	8,0
omotive . .	600	20,5	91,8	„	1230	9,8
ische	300	8,4	72,9	126	1270	10,1
omotive . .	600	8,4	80,4	„	1650	13,1
n. angetr.	300	28,5	72,5	122	1260	10,4
omotive . .	600	28,2	78,0	„	1740	14,3
angetr. Lok.	300	31,9	70,9	130	1360	10,5
Abwärmeverw.	600	32,0	75,1	„	1920	14,8

zu günstig dargestellt ist. Bei der elektrischen Lokomotive ist der Leerlaufwiderstand von Lokomotiven mit Parallelkurbelantrieb, ohne Zahnräder und Seitenwind, also gegenüber den anderen Lokomotiven zu niedrig eingesetzt, wodurch die Fahrzeit zu kurz angegeben ist.

Zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven ergeben sich bei den derzeitigen Anschaffungs-, Verbrauchs- und Unterhaltungskosten die Betriebs- und Gestehungskosten auf die Nutzlasteinheit bezogen, für eine neuzeitliche

Dampflokomotive

bei 500 Tages-km und 300 Betriebstagen jährlich,

mit einem Wagenzug von . . .	300 t	600 t
Verzinsung des Anschaffungswertes 200 000 ℳ zu 6 %	12 000 ℳ	12 000 ℳ
Tilgung des Anschaffungswertes 200 000 ℳ zu 4 %	8 000 »	8 000 »
Doppelbesatzung, je Führer und Heizer, monatlich 500 ℳ bei 54 Wochenstunden	10 000 »	10 000 »
Kohlen $(19{,}53 + 12{,}20\ ℳ/t)\ (1{,}75 + 1{,}17 + 0{,}44)\frac{500.300}{188}$ . . .	85 200 »	—
Kohlen $(19{,}53 + 12{,}20\ ℳ/t)\ (2{,}70 + 1{,}79 + 0{,}44)\frac{500.300}{188}$ . . .	—	125 200 »
Wasser $0{,}16\ ℳ/t\ \frac{2470.0{,}01.150\,000}{188}$	3 150 »	—
» $0{,}16\ ℳ/t\ \frac{3560.0{,}01.150\,000}{188}$	—	4 550 »
Öl für Zylinder $(0{,}56 + 0{,}04\ ℳ/kg)$ 1/6 . 0,022 . 150 000	330 »	330 »
Öl für Triebwerk $(0{,}243 + 0{,}04\ ℳ/kg)$ 5/6 . 0,022 . 150 000	780 »	780 »
Unterhaltung 260 M/1000 km . 150 .	39 000 »	39 000 »
	158 460 ℳ	199 860 ℳ
Gestehungskosten von 1000 tkm Nutzlast	3,52 ℳ	2,22 ℳ

Für die mechanisch angetriebene Diesellokomotive ohne Abwärmeverwertung, bei 900 Tages-km und 330 Betriebstagen jährlich,

mit einem Wagenzug von . . .	300 t	600 t
Verzinsung des Anschaffungswertes 530 000 ℳ zu 6 %	31 800 ℳ	31 800 ℳ
Tilgung des Anschaffungswertes 530 000 ℳ zu 6 %	31 800 »	31 800 »
Doppelbesatzung, je Führer und Maschinist, monatlich 500 ℳ bei 54 Wochenstunden	11 000 »	11 000 »
Brennstoff $(0{,}1095 + 0{,}0138\ ℳ/kg)\ \frac{(340{,}3 + 229{,}3)\ 297\,000}{188}$ . . .	111 000 »	—
Brennstoff $(0{,}1095 + 0{,}0138\ ℳ/kg)\ \frac{(508{,}2 + 340)\ 297\,000}{188}$ . . .	—	165 000 »
Schmieröl für Diesel $(0{,}53 + 0{,}04\ ℳ/kg)\frac{2465.0{,}002.297\,000}{188}$	4 420 »	—
Schmieröl für Diesel $(0{,}530 + 0{,}041\ ℳ/kg)\frac{3650.0{,}002.297\,000}{188}$	—	6 570 »
Schmieröl für Laufwerk $(0{,}243 + 0{,}041\ ℳ/kg)\ 0{,}017 . 297\,000$ . .	1 430 »	1 430 »
Unterhaltung 260 ℳ/1000 km . 297	77 000 »	77 000 »
	268 450 ℳ	324 600 ℳ
Gestehungskosten von 1000 tkm . .	3,01 ℳ	1,82 ℳ

Auch hier ist zu bemerken, dafs die Dampflokomotive mit dem 600 t Wagenzug überlastet ist, da die Leistungsfähigkeit eines Heizers den Kohlenbedarf von 2700 kg in $1^1/_2$ Stunden oder 1760 kg/Std. nicht mehr zu decken vermag.

Aus dem Vergleich der Betriebskosten der beiden Lokomotiven geht hervor, dafs die Diesellokomotive die Nutzlast um 15 bis 19 % billiger befördert und ferner, dafs die Diesellokomotive mit nahezu der doppelten Jahresleistung der Dampflokomotive den Brennstoff annähernd 2,8 mal und mit der gleichen Jahresleistung annähernd 4 mal besser ausnützen mufs, als die Dampflokomotive, um deren Betriebskosten nicht zu überschreiten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dafs einer hochentwickelten Dampflokomotive eine Diesellokomotive gegenübergestellt ist, die sowohl in der Fertigung als auch im Wirkungsgrad noch grofse Entwicklungsmöglichkeiten bietet.

Die Diesellokomotive weist ferner nicht nur die für die elektrische Lokomotive in Anspruch genommenen Vorteile sondern bietet noch betriebliche Vorteile hinsichtlich grö Leistungsfähigkeit, kürzester Fahrzeit, unbeschränkter F geschwindigkeit bei Leerfahrt, hinsichtlich steter Betri bereitschaft, sowie auch wirtschaftliche Vorteile in geringe Anschaffungswert gegenüber der elektrischen Lokomotive gröfster Ausnützung des Lokomotivgewichtes, besserer Ausnüt von Bahnanlagen und geringstem Bedarf ausländischen Kup Berücksichtigt man alle diese Umstände, so ist die Sch folgerung berechtigt, dafs — auch bei ungünstigem P verhältnis der Brennstoffe, das für Deutschland durch die m oder unmittelbare Umsetzung von Kohle in Öl nahezu festlieg die Diesellokomotive imstande ist, die Dampf- und elektr Lokomotive mit Erfolg zu ersetzen.

Für die Mitarbeit danke ich Herrn Diplomingenieur noch an dieser Stelle.

Erfahrungen mit in Heifsdampflokomotiven umgebauten Nafsdampflokomotiven.

Von **M. Widdecke**, Oberingenieur, Semarang (Java).

Auf dem im Jahre 1922 in Rom abgehaltenen Internationalen Eisenbahn-Kongrefs*) wurde bei der Behandlung der »Wirtschaftlichen Erzeugung und Anwendung des Dampfes in Lokomotiven«**) u. a. auch lebhaft die Frage des Umbaues von Nafsdampf- in Heifsdampflokomotiven erörtert.

Über die wirtschaftlichen Vorteile des Heifsdampfes waren sich alle einig***), über Einzelheiten der Ausführung waren dagegen noch sich stark widersprechende Ansichten zu hören.

Einer der Vertreter, ein Portugiese, brachte denn auch — bei der Besprechung über die Möglichkeit der Verwendung von Flachschiebern bei Heifsdampf — deutlich zur Sprache, dafs sich so stark widersprechende Meinungen es besonders kleineren Gesellschaften erschweren, Umbauten dieser Art zu wagen.

Es scheint mir darum von Wert zu sein, Erfahrungen mit solchen Umbauten mitzuteilen und bewährte Bauarten und Winke bekannt zu geben, wie sie der Leiter der Zugförderung und des Werkstättenwesens eines Eisenbahnunternehmens braucht, um so gut wie jede Gefahr eines Mifserfolges auszuschliefsen.

Sehr grofs ist noch die Zahl der Nafsdampflokomotiven, bei denen ein Umbau in Heifsdampflokomotiven von grofsem Vorteil sein kann.

Ist die zur Bewältigung des Verkehrs benötigte Zugkraft zu klein geworden, so kann durch den Umbau die Beschaffung neuer Lokomotiven vermieden werden, weil stets eine Erhöhung der Leistung des Kessels und der Maschine um etwa 10 bis 20 % erreicht werden kann. Ungefähr ebensoviel beträgt die Ersparnis an Brennstoff.

Oft ist damit die Möglichkeit gepaart, schwerere Züge, oder weniger Züge zu fahren, an Mannschaften zu sparen, eine Vermehrung der Stände und der Belegschaft in Heizhäusern und Werkstätten zu umgehen, Vorteile, die gelegentlich selbst noch gröfser sein können als die unmittelbare Ersparnis an Betriebskosten nach dem Umbau.

Dagegen wird das Reibungsgewicht durch den Umbau nur wenig erhöht. Lag es daher schon bei Nafsdampf bei der gröfsten Zugkraft in der Nähe der Schleudergrenze, so liegt der Vorteil des Umbaues mehr in der Brennstoffersparnis, bei nicht wesentlich schwereren Zügen als bei Nafsdampfbetrieb.

Unter der Voraussetzung, dafs Brücken und Ob etwas höhere Achsdrücke zulassen, kann durch gleichzei Umbau z. B. von 2 C in 1 C oder 1 D in D-Type vie ohne hohe Kosten, auch der Vorteil gesteigerter Zugkraft zu seinem Rechte kommen.

Ist das Reibungsgewicht für die um 10 bis 20 % steigerte Zugkraft genügend, war dagegen der Kessel an s Höchstleistung — war also die Lokomotive »underboile wie die Amerikaner es nennen — dann ist der Umb Heifsdampf ein wahrer Verjüngungsprozefs. Die wirts lichen und betrieblichen Vorteile werden dann am gröfst

Eine weitere Möglichkeit die Dampferzeugung des K zu steigern, würde sich durch Verwendung der Nich Feuerbüchswasserkammern ergeben, deren Einbau gelege des Feuerbüchswechsels besonders einfach wäre. Doch ich über diesen Punkt bisher keine eigene Erfahrungen.

Die Umwandlung von Nafs- in Heifsdampf kann be obachtung der nachstehend gegebenen Winke mit Geldbet vorgenommen werden, deren Verzinsung und Abschreibu klein werden, dafs sie gegen die Vorteile verschwinden.

Als zweckmäfsigster Zeitpunkt für den Umbau kommt eine bevorstehende Grofsausbesserung in Betracht, be Rohrwand oder Feuerbüchse ausgewechselt und allenfalls die Zylinder ausgebohrt werden müssen. Es ist dann gesehen vielleicht bei dem Umbau der ersten Lokom kaum ein Mehr an Zeit, die die Maschine in der Wer bleiben mufs, nötig.

Eine Zusammenstellung der Arbeiten und Werkstoff den Umbau kennzeichnen, wird das deutlich machen. U teilt man die Arbeiten in solche, welche bei der gewöhn Ausbesserung nötig wären (A) und in die, welche durc Umbau hinzukommen (B), so ergibt sich die auf Sei angegebene Übersicht.

Für mittelgrofse Lokomotiven (~ 500 PS) betrage Kosten für diese nur einmal hinzukommenden Teile mehr als etwa 25 bis 35 % der Kosten, die die Ausbes der Nafsdampflokomotive betragen hätte. Je gröfse Lokomotive ist, je geringer werden diese anteiligen Ko

Um nun die Vorteile des Heifsdampfes voll auszur mufs hohe Überhitzung erreicht werden (350°); man sich mit Rücksicht auf die flachen Schieber nicht etw Dampftrocknung als Ziel setzen. Die Konstruktionen derart sein, dafs sie ohne Schaden hohe Temperaturen zu

Wahl der Überhitzerbauform. Die Ansicht dem Grofs- oder Kleinrohrüberhitzer der Vorzug zu geb liefen auf dem Kongrefs in Rom noch recht weit auseinand Es wurde u. a. behauptet, der Grofsrohrüberhitzer hätte

*) Siehe Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de Fer. Vol. V. Nr. 3 Mars 1923, pag. 238—266. 2e Section: Traction et Matériel.

**) Question V. Production et Utilisation de la Vapeur des Locomotives.

***) Vertreten waren in dieser Abteilung Abgesandte von Eisenbahngesellschaften aus England, Frankreich, Holland, Italien, Portugal, Schweiz, Tschechoslowakei und den Vereinigten Staaten.

end hohe Temperatur gegeben, deswegen sei der Kleinrohr-itzer gewählt worden, wobei sich dann allerdings so hohe eraturen (400°) ergeben hätten, dafs man Mittel zur Ver-rung hätte anwenden müssen. — Es wurde aber nicht end erwähnt, dafs man bei ersterem 600 bis 700 mm von hrwand abgeblieben war, noch keine 25 % Überhitzerfläche

sicht über die Arbeiten, welche bei der gewöhnlichen Aus-ung nötig wären (A) und solche, welche durch den Umbau hinzukommen (B).

	A	B
hrwand oder Feuerbüchse . . .		
estand die Gewohnheit, auch bei	ja	—
fsdampf ungebohrte Feuerbüchsen		
bestellen, so können diese sogar		
ne weiteres Verwendung finden.)		
uchkammerrohrwand	—	ja (bei Serverohren unnötig, da die bestehende Wand bei Gebrauch eines Kleinrohrüberhitzers ohne weiteres verwendbar bleibt).
erhitzerendstücke und Rohre .	—	ja
twaige Vorräte von schon in Be-ieb befindlichen Heifsdampflokomotiven können beinahe restlos aufgebraucht werden, da gezeigt werden ird, wie das Durchbrennen solcher den verhindert werden kann, so fs kaum mehr Ersatzvorräte nötig in werden.		
eizrohre	Werden bei Grofsrohrüberhitzer etwa zu 70 % wieder gebraucht	—
berhitzerkasten	—	ja
chmierpumpe	—	ja
chieber	ja, nur aus besonderer Legierung.	—
topfbüchsen	Desgl.	—
uftsaugeventile	—	ja, falls nicht von Nafsdampf vorhanden, die dann für Heifsdampf brauchbar gemacht werden
ampfzuführungsrohre, eiserne,		
om Überhitzerkasten zum Zylinder	—	ja, doch dafür werden die kupfernen an Materialwert gewonnen

en hatte, ebendrein mit selbsttätiger Regelung arbeitete, man dagegen beim Kleinrohrüberhitzer auf 300 mm an die wand herangegangen war, mehr als 50 % Überhitzerfläche en und keine selbsttätige Regelung verwendet hatte. lich war bei solchen Gegensätzen die Folge, besonders okomotiven in Diensten, in welchen der Regler oft geschlossen werden mufs, dafs beim Grofsrohrüberhitzer keine genügend hohe Temperatur erzielt wurde und dafs beim Kleinrohrüberhitzer die Rohrenden durchbrannten. Beide Fehler darf man nicht der Überhitzerbauart zuschreiben. Sie wären bei sachgemäfserer Anordnung nicht entstanden.

Für den Betrieb ist in den meisten Fällen der Grofsrohrüberhitzer dem Kleinrohrüberhitzer vorzuziehen, besonders gilt dies auch für Umbauten von Nafsdampf in Heifsdampf. Denn:

Der Grofsrohrüberhitzer ist billiger, der Bedarf an neu zu beschaffenden Rohren und Umkehrenden ist geringer, die vorhandenen Heizrohre können zum guten Teile wieder Verwendung finden, Gefahr von Zusetzen ist geringer, Reinigung einfach und vor allem ist auch der Einbau einfacher. Dieser letzte Punkt ist für den Betrieb von besonderer Wichtigkeit, besonders wenn die Dichtung der Kleinrohrüberhitzerrohre gegen den Überhitzerkasten mit Linsen vorgenommen ist. Es ist dann sehr genaues Richten des Überhitzerbündels nach Lehren nötig, sonst entstehen Schwierigkeiten, das ganze Bündel in die Rohre zu bringen; oft geht das nur mit Zwängen, was dann zusammen mit Wärmespannungen Lecken der Linsen zur Folge hat. Zudem verlangen die vielen eisernen Linsen sehr genaues Aufschleifen und sie verschieben sich leicht bei dem Einbau. Lecken bedeutet aber: ungenügenden Unterdruck in der Rauchkammer und teure Abbauarbeiten im Heizhause, wobei dann die sonst sicheren Vorteile der Überhitzung leicht in Nachteile mit gröfserem Brennstoffverbrauch als bei Nafsdampf übergehen können. Es empfiehlt sich daher, in allen Fällen, wo Kleinrohrüberhitzer gewählt ist — z. B. bei Nafsdampflokomotiven, welche Serverohre hatten — statt der Dichtung mit Linsen Kupfer-Asbestringe zu verwenden. Diese sind etwas nachgiebig, und, wenn man etwa in der auf Abb. 1 angegebenen Weise, die den Umbau von Linsen- auf Ringdichtung angibt, dafür sorgt, dafs die Ringe sich nicht bei dem Einbau verschieben können, dann vermeidet man alle den Linsen anhängenden Nachteile.

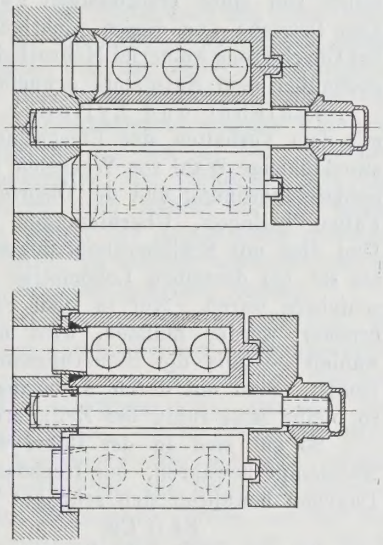


Abb. 1. Eiserne Linsen ersetzt durch etwas nachgiebige Dichtungsringe.

Bei sachgemäfser Verteilung der durch die Rauchrohre bzw. Heizrohre gehenden Abgase unter Berücksichtigung des freien Durchlasses und der bestrichenen Oberflächen wird die Überhitzung bei einem Verhältnis von etwa 26 bis 32 % bei Grofsrohrüberhitzer und etwa 36 bis 42 % bei Kleinrohrüberhitzer zwischen den Oberflächen der Überhitzerrohre zur Nafsdampfheizfläche angemessen sein. Mit den Überhitzerrohrenden gehe man

bei Holzfeuerung auf etwa 300 bis 400 mm | je nach dem
» Kohlenfeuerung 400 bis 550 » | Heizwerte
» Öl (Pakura, Masut) 500 bis 650 »

an die Feuerbüchsrohrwand heran. Diese Abstände sind ungewöhnlich klein und mancher Betriebsleiter wird fürchten, dann noch mehr Unannehmlichkeiten und Kosten mit durchgebrannten Überhitzerrohrenden zu bekommen. Doch das Durchbrennen (Abschmoren) der Umkehrenden vermeidet man mit Sicherheit durch Aufschweifsen von kleinen Kappen aus hartem Gufseisen (etwa nach Abb. 2). So beschützte Enden halten sich bei Grofsrohrüberhitzer ohne Selbstregler und auch bei Kleinrohrüberhitzer gut, wo die gewöhnlichen Umkehrenden,

besonders jene aus Flufseisen (weniger die aus Stahlgufs) ab- und durchbrennen. Sollten selbst diese gufseisernen kleinen Kappen bei besonders beanspruchten Kesseln noch angegriffen werden, dann wähle man als Werkstoff eine der in den Handel gebrachten hochschmelzbaren Eisenlegierungen (Chromeisen, Nialit oder ähnliches), die selbst bei Temperaturen, wie sie dicht an der Rohrwand herrschen, nicht abschmoren.

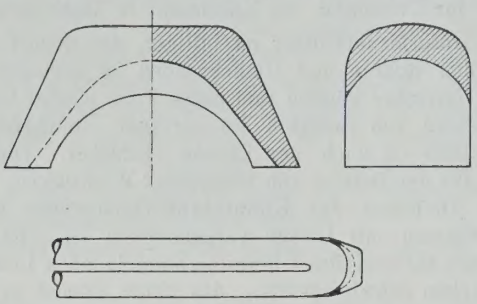


Abb. 2. Kappe für die Umkehrenden.

Die gegebenen Hinweise beseitigen gründlich die Klagen aus dem Betrieb über Undichtwerden in der Rauchkammer und Durchbrennen der Umkehrenden. Wird der Überhitzerkasten selbst von einer erstklassigen Fabrik bezogen, dann werden dem Betriebe aus diesen wichtigen Einzelteilen des Umbaues bei Überhitzung keinerlei Mehrarbeiten und keinerlei Mehrkosten gegenüber dem Nafsdampf erwachsen.

Schieber und Zylinder. Der Umbau steht und fällt mit dem Verhalten der Flachschieber im Heifsdampf. Durch zweckmäfsige Wahl von Werkstoff und Form des Schiebers, der Schmieranordnung und der Ölsorte wird es in so gut wie allen Fällen gelingen, Überhitzungen von 350° zu beherrschen. Und dies mit Schieberabnutzungen, die geringer sein werden als sie bei derselben Lokomotive mit Nafsdampf bei Rotgufsschiebern waren. Nur in dem Falle, dafs die Zylinder doch erneuert werden müfsten, wird man solche mit Rundschieber wählen — falls die Steuerungsanordnung dies ohne weiteres zuläfst. Sind mit deren Änderung gröfsere Kosten verbunden, so bleibe man ruhig bei Zylindern mit Flachschiebern.

So gut sich in der Regel weichgufseiserne Schieber bei Nafsdampf bewähren, bei Heifsdampf versuche man sie nicht. Dagegen bewähren sich sehr gut nachfolgende Mischungen:

84,0	Cu	84,5	Cu
3,0	P. Cu oder	0,5	P. Cu
13,0	Sn	10,0	Sn
		5,0	Pb.

Bei der Bleibronze verfahre man so, dafs dem geschmolzenen Kupfer das Zinn zugesetzt wird und dann unter kräftigem, dauerndem Rühren das Blei. Es darf nicht zu heifs gegossen werden (700°), weil sonst das Blei teilweise aussaigert. Beide Mischungen lassen sich gut bearbeiten. Ihre Festigkeit ist bei Temperaturen bis 400° genügend.

Form des Schiebers. Bei Lokomotiven mit Schiebern, die nicht gröfser als 70 qcm sind, werden keinerlei Schwierigkeiten, auch ohne Entlastung, auftreten. Bei gröfseren Schiebern entsteht die Frage, eine Entlastung vorzusehen. Der Nutzen einer der bekannten Entlastungen (z. B. Nicholson, von Borries) ist vielfach geringer als man zu glauben geneigt ist. Man mache den Versuch, auf dem Schieberdeckel innerhalb des Entlastungsraumes ein Manometer anzubringen und man wird meist finden, dafs nach wenigen Schlägen der gleiche oder nur ein wenig geringerer Druck innerhalb des Entlastungsraumes herrschen wird wie im übrigen Schieberkasten. Bei dem dünnflüssigen Heifsdampf ist die Leichtigkeit, mit der er zwischen den gleitenden Flächen und den Überdeckungsflächen durchdringt, noch gröfser als bei dem dickflüssigeren Nafsdampf. Übrigens hielt von Borries selbst nicht viel von der nach ihm benannten Bauart, doch ist sie immer noch besser und bi als die Richardsonsche. Wirkungsvoller wird die Entla bei Heifsdampf nur dann, wenn dem in den Entlastung gedrungenen Dampf ein Ausweg gegeben wird. Bei Zwil lokomotiven mit Vorwärmung oder bei Verbundlokomotiven man den Leckdampf in den Vorwärmer oder in den Aufne er ist dann doch wenigstens noch teilweise von Nutzen.

Die Muschelschieberform, mit oder ohne Trickkanäl oder ohne Entlastung, ist in der Stoffverteilung derart un mäfsig, dafs unmöglich erwartet werden kann, dafs sich Gebilde nach allen Richtungen bei den Temperaturen des dampfes gleichmäfsig ausdehnen. Das erschwert natürli Anpassen der gleitenden Teile zwischen Spiegel und Sch also das Einlaufen. Dazu kommt, dafs der Schieber do er über die Kanäle läuft, spezifisch höher belastet wi auf den Seitenflächen, die in ganzer Länge auf dem S aufliegen. Die Folge ist, dafs sich der Spiegel im der Einlaufperiode, verschieden stark abnutzen wird, m dem mittleren Teile als an den Seiten. Und in der Tat man feststellen, dafs ein solcher Schieber in kaltem Zu eine hohle Form bekommt. Man lasse den Schieber in Form, bringe ihn also nicht auf der Richtplatte wie eine Ebene; denn in warmem Zustande, unter Druck, dann dicht und trägt gleichmäfsig gut.

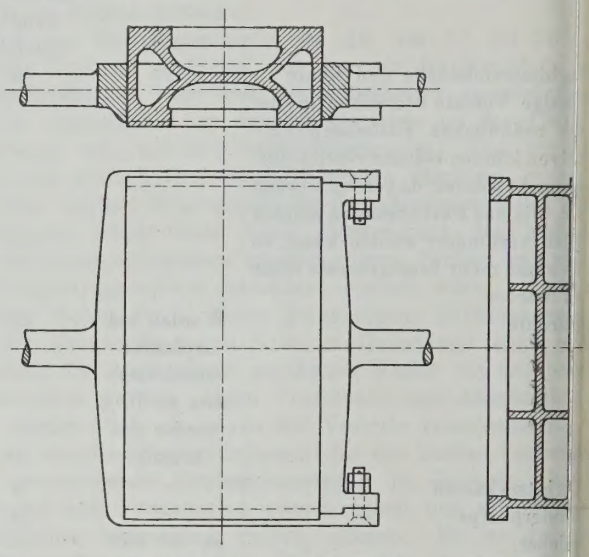


Abb. 3. Schieber mit doppelter Lauffläche und dafür pa gemachtem Schieberrahmen.

Die Muschelschieberform läfst sich verbessern und fachen. Trickkanäle können bei hoher Überhitzung weg werden und eine Formgebung wie Abb. 3 gibt einen Durchbiegung sehr widerstandsfähigen Querschnitt. D metrische Anordnung wirkt günstig auf das Verziehen in Hitze und gewährt zugleich ungefähr doppelte Lebe weil sich der Schieber nach Abnutzung der einen S drehen läfst. Die Kosten für Schieberunterhaltung falle auf ungefähr die Hälfte. Der Schieberrahmen läfst si Abb. 3 mit wenig Kosten für diese Form passend ma

Schmierung. Die schwierigste, aber auch bede Aufgabe des Umbaues ist, das Öl — bestes hochviskos dampfzylinderöl — unter Druck zwischen die tragenden zu bringen. Es ist dazu also nötig, den Schieberspiegel in ganzer Länge zu durchbohren. An je eine Leitung Schmierpumpe werden dann angeschlossen: je ein Steg des auf denen die äufseren Überlappungen und die seitlichen des Schiebers laufen, siehe Abb. 4, der Zylinder in höchsten Punkte, die Schieberstopfbüchse, bei Entlastu

se; das sind bei Zwillingslokomotiven also acht bzw. zehn schlüsse an der Ölpumpe.

Bei geneigt liegendem Schieberspiegel führt man das Öl r den höchstliegenden Teilen des Spiegels von unten durch Bohrung zu und bringt auf den Stegen eine Ölnut an, in der Schmierstoff dem tieferliegenden Teile des Spiegels äuft. Wollte man bei geneigtem Spiegel das Öl wie bei grecht liegendem Spiegel von unten durch zwei oder drei chbohrungen zuführen, so bekäme der obere Teil des Spiegels bst wenn den Zufuhrlöchern unten kleinere Bohrung als oben geben wird, zu wenig Öl, da das sich bei den herrschenden mperaturen äufserst dünnflüssige Öl den Weg des kleineren derstandes sucht und darum unten leichter austritt als oben. e Anordnung bei geneigtem Spiegel wird also grundsätzlich e Abb. 5 angibt, bei wagrecht liegendem wie Abb. 4 gestaltet.

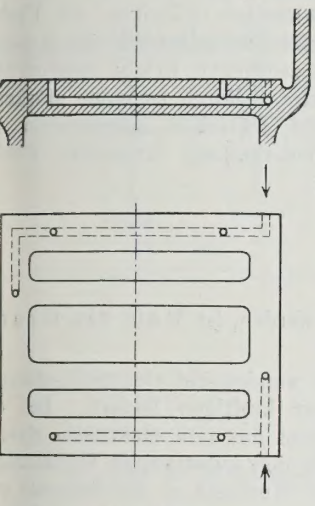


Abb. 4.
zuführung im Schieberspiegel wagrecht liegendem Spiegel.

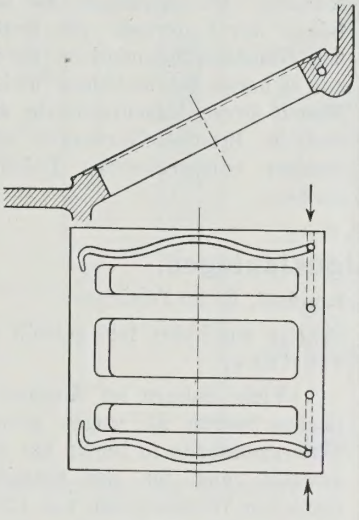


Abb. 5.
Ölzuführung im Schieberspiegel bei geneigt liegendem Spiegel.

Bei Beobachtung dieser Angaben kann der Ölverbrauch — ch anfänglich übermäfsiger Schmierung, um über die schwierige riode des Einlaufens gut hinwegzukommen — nach und nach verringert werden, dafs er bei Zwillingslokomotiven von 100 bis 500 PS etwa 6 bis 8 g, bei gröfseren Lokomotiven n ~ 500 bis 1000 PS 7 bis 11 g auf den Lokomotivkilometer beide Schieber, Zylinder und Stopfbuchsen beträgt, wobei va 50 %, d. h. 2 bis 3 g je Schieber und km, auf die nieberschmierung entfällt. Dabei wird die Schieberabnutzung ringer sein als sie bei derselben Type mit Nafsdampf betrug.

Schmierabnutzung. Bei einer Anzahl Lokomotiven, vor und nach dem Umbau in gleichem Dienste lief — bei ifsdampf aber mit vergröfserten Zugslasten — wurden folgende ttleren Schieberabnutzungen gemessen:

Nafsdampf	Auf einem Durchlauf von 30000 km*)	Verschleifs in mm ohne Entlastung	Auf 1 mm Schieberverschlufs also ein Durchlauf von 1600 bis 2300 km.
ch Umbau in eifsdampf	30000 km	7 bis 8 mm ohne Entlastung	3700 bis 4300 km
		~ 6 mm mit Entlastung	5000 km

Also Steigerung der Lebensdauer auf reichlich das Doppelte, nur geringer Verbesserung bei Entlastung. — Die Maschinen verkehren auf einer Strecke mit gröfsten Steigungen von 28 ‰ und müssen mit etwa 60 % Füllung laufen, wobei die Überhitzung vorübergehend auf etwa 370° steigt. Das bei Anstrengung bei Nafsdampf auftretende Brummen der Schieber verschwand nach dem Umbau.

Die anfänglich sicher manchem Betriebsleiter bedenklich erscheinende Verwendung von Flachschiebern bei Temperaturen von 350°, wird bei Beobachtung der gegebenen Winke kaum auf einen Mifserfolg auslaufen; im Gegenteil, es wird voraussichtlich eine Ersparnis an Schiebern eintreten, die die bei Heifsdampf nötige Verwendung teueren Öles mehr als ausgleichen wird. Notwendig bleibt natürlich eine strenge Aufsicht, dafs das Öl auch wirklich dauernd den lebenswichtigen Teilen zugeführt wird. Schmierpressenbauarten wie z. B. die neue Pumpe von Bosch-Stuttgart mit Sichtschmierung sind in dieser Hinsicht natürlich von besonderem Werte.

Auf dem Kongrefs in Rom wurde der Erfolg, den die Great Eastern Railway mit dem Umbau in Überhitzung erzielt hatte, zum guten Teile einem »Intensif« genannten Schmierapparate zugeschrieben.

Ein Vertreter der Schweizerischen Bundesbahnen berichtete in Rom, dafs flache Schieber sogar noch bei 470° gut gearbeitet hätten. So hohe Temperatur scheint mir nun allerdings nicht nachahmenswert. Sie deutet auch auf nicht richtige Verteilung der Heizgase, die vielleicht in zu grofsen Mengen durch die Rauchrohre zogen, weil der freie Durchgangsquerschnitt und die berührte Oberfläche den Gasen infolge nicht richtiger Bemessung der Rohrdurchmesser weniger Widerstand in den Rauchrohren entgegensetzte als in den Heizrohren. Bei so hohen Überhitzungsgraden, die vermutlich bei angestrengter Bergfahrt entstanden sind, besteht auch die Gefahr, dafs Schieber und Spiegel, sobald der Regler nach erreichtem Brechpunkte geschlossen wird, zu schnell abkühlen, so dafs Risse im Spiegel oder im Schieber auftreten können.

Wir kommen damit auf die Luftsaugeventile. Man stelle sich vor, dafs bei der Anordnung von Luftsaugeventilen auf dem Schieberkasten plötzlich eiskalte Luft in die hocherhitzten Spiegel, Schieber und Zylinder tritt. Das kann nicht ohne gefährliche Spannungen gehen. Es ist darum viel zweckmäfsiger, ein oder zwei Luftsaugeventile mit sehr reichlich bemessenen Durchgangsquerschnitten, die beim Schliefsen des Reglers leicht und zwanglos freigegeben werden, auf der Nafsdampfseite des Überhitzerkastens, oben auf der Rauchkammer, anzubringen. Dadurch wird die angesaugte Luft auf dem langen Wege durch die Überhitzerrohre bis zum Zylinder vorgewärmt, die Überhitzerrohre werden, besonders auch in der Feuerzone gekühlt, und schliefslich wird bei hoch angeordnetem Ventil die Gefahr, dafs staubhaltige Luft beim Fahren über Wegübergänge in die Zylinder kommt, viel geringer als bei wenig über Schienenhöhe angebrachten Luftsaugeventilen. Bei reichlicher Bemessung der Ventile ist es unnötig einen Umlauf anzubringen.

Gleiche Beobachtungen wurden, nach Mitteilungen auf dem Kongrefs in Rom, bei der Great Northern Railway gemacht.

Es ist natürlich ein grofser Vorteil, der Notwendigkeit enthoben zu sein, etwa durch Anbohren und Anschweifsen am Zylinder einen Umlauf gelegentlich des Umbaues vorsehen zu müssen. Auch Sicherheitsventile am Zylinder erübrigen sich, weil die Schieber abklappen können.

Stopfbüchse. Im Gegensatz zu der üblichen Anordnung bei Kolbenschiebern, durch innere Einströmung die an den Schieberstopfbüchsen auftretenden Drücke und Temperaturen niedrig zu halten, liegt bei den Umbaumaschinen die Aufgabe vor, in dem bestehenden Stopfbuchsraum, gegebenenfalls mit geringem Ausbohren, eine Abdichtung unterzubringen, die dauernd dem vollen Heifsdampfdruck widersteht. Eine Bauart

*) Entsprechend ca. 6½ Millionen Schieberbewegungen.

etwa wie Abb. 6 hat sich unter ungünstigen Verhältnissen gut bewährt. Sie erfüllt die Bedingungen, dafs: die Schieberstange

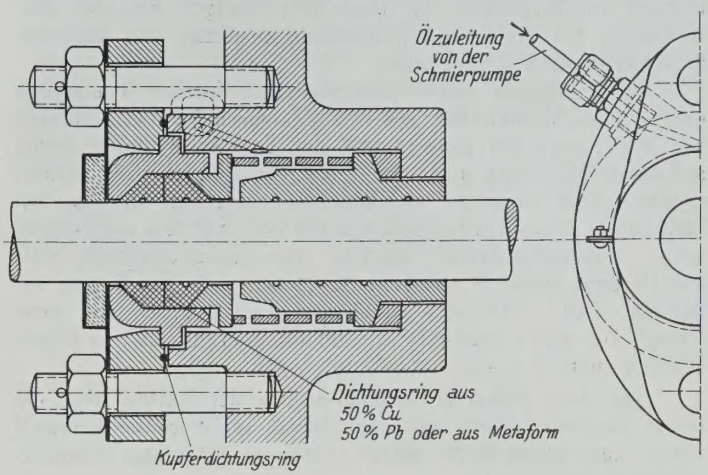


Abb. 6. Kolbenstangenstopfbüchse gedrängter Bauart für Heifsdampf.

kleine Seitenbewegungen in allen Richtungen zwanglos ausüben kann; ein geschlossener Raum gebildet wird, in dem sich das von der Pumpe eingedrückte Öl gut hält und der Stange [illegible] grofser Länge zugeführt wird; durch die Mannschaft nic[illegible] Wesentliches verstellt werden kann, falls die Dichtungsrin[illegible] einmal ausgewechselt werden.

Die zwei untereinander gleichen Dichtungsringe könn[illegible] verfertigt werden aus einer Mischung von 50 Cu + 50 [illegible]. Dafür müssen die Stangen sehr sauber zylindrisch geschlif[illegible] sein. Nicht so hohe Ansprüche an genaues Rundsein stel[illegible] die von Krupp-Essen in den Handel gebrachten sogenann[illegible] Metaform-Dichtungsringe für Temperaturen bis ~ 450°. [illegible] werden zweckmäfsig für jeden Stangendurchmesser fertig [illegible] prefst bezogen, da sie sich als eine Art Weichpackung [illegible] wenig nacharbeiten lassen.

Ich hoffe im vorstehenden gezeigt zu haben, dafs [illegible] zweckmäfsiger Wahl des Zeitpunktes, bei Beobachtung der [illegible] sonderen Anforderungen an Bauart und Werkstoff und [illegible] Bezug der Unterteile von erstklassigen Fabriken der Um[illegible] von Nafsdampflokomotiven für Heifsdampfbetrieb mit Auss[illegible] auf sicheren betrieblichen und geldlichen Erfolg möglich [illegible]. Manch ältere Maschinenserie wird dadurch zu einer stärke[illegible] und in Brennstoffverbrauch und Unterhalt sparsameren [illegible] Neuzeit entsprechenden Lokomotivgattung umgebant wer[illegible] können.

Selbsttätige Signalanlagen.

Von Ober-Regierungs-Baurat **Roudolf**, Berlin-Friedenau.

Die selbsttätige Zugdeckung mit elektrischen Gleisstromkreisen hat in den Vereinigten Staaten von Nordamerika auf zwei und mehrgleisigen Stadtbahnen und Vollbahnen weite Verbreitung gefunden. Die Verwendung von Gleisströmen kam 1879 zuerst auf, um bei Zugtrennungen falsche Stellung des Signals auf freie Fahrt zu verhindern. Ferner sollte auch der Gleisstrom vorgekommene Schienenbrüche melden. Damit war man auf die selbsttätige Zugdeckung gekommen. Man fing 1885 mit Druckluftantrieben für die Signale an. Da diese Druckluftanlagen auf weite Entfernungen sehr teuer werden wegen der hohen Kosten für die Leitungen, so beschränkte man sich anfangs auf Strecken mit dichtem Verkehr und auf Stadtschnellbahnen. Die Anwendung auf langen Bahnstrecken war erst möglich, als die elektrischen Antriebe für die selbsttätige Sicherungsweise hinreichend erprobt waren. Von 1900 an wurden viele zwei- und eingleisige Hauptbahnen auf diese Weise gesichert. Die Sicherung eingleisiger Strecken erfordert verwickeltere Überwachungsströme, da für jeden der gegeneinander fahrenden Züge das Haltsignal auf solche Entfernungen gegeben werden mufs, dafs die Überholungen an den vorgeschriebenen Stellen stattfinden können. Die weite Verbreitung des selbsttätigen Signalsystems für eingeleisige Strecken in Amerika liegt an den besonderen örtlichen Verhältnissen, die auf unsere Hauptbahnen nicht so einfach zu übertragen sind. Wohl aber kommen die selbsttätigen Signalstellereien für elektrisch betriebenen Bahnen mit dichter Zugfolge in der Nähe der grofsen Städte und insbesondere für Stadtschnellbahnen bei uns in Betracht.

Eine Zugfolge von $1^1/_2$ Minuten zu erreichen, war mit den bestehenden handbedienten und halbselbsttätigen Signaleinrichtungen, wie sie auf der Berliner und der Hamburger Stadtbahn vorhanden sind, nicht zu erreichen. Man verliefs die handbedienten Wechselstrom-Blockanlagen und wandte sich dem selbsttätigen Signalsystem zu. Die erste Ausführung dieser Art in Berlin wurde von der Berliner Untergrundbahn hergestellt. Im Gegensatz zu den bei den bisherigen Signalanlagen geltenden Grundsätzen zeigen die Signale im rein selbsttätigen Betriebe in der Grundstellung Fahrt frei statt Halt; im halbselbsttätigen Betriebe, also da, wo Weichen liegen, wo die Signale vom Zuge zwar auf Halt, aber vom Wärter auf Fahrt frei gestellt werden, ist Halt die Grundstellung.

Viele Bahnen im Ausland wenden ein elektrisch-pneu[illegible]tisches System an wegen seiner kräftigen Bauart. Bei [illegible] Untergrundbahn in Berlin hat man das rein elektrische Sys[illegible] gewählt, und für den Betrieb der selbsttätigen Signalan[illegible] einfachen Wechselstrom von 120 Wechseln in der Sekunde [illegible] wendet. Für den Bahnbetriebsstrom wird meistens Gle[illegible]strom, für den Signalstrom, der die Signalflügel auf F[illegible] hält, wird je nach den verschiedenen Systemen Gleichst[illegible] oder Wechselstrom angewendet. Die Mitwirkung des Z[illegible] bei allen selbsttätigen Signalsystemen wird durch Einbezie[illegible] einer oder beider Fahrschienen in den Signalstromkreis erre[illegible]. Die Fahrschienen werden entsprechend den Blockstrecken [illegible]seitig oder beiderseits in isolierte Blockstrecken zerlegt.

Die einzelnen Arten der selbsttätigen Signalanlagen u[illegible]scheiden sich je nach der Stromzuführung folgendermafse[illegible]

1. Beide Fahrschienen sind bahnstromfrei, werden also [illegible] für den Signalstrom verwendet,
2. nur eine Fahrschiene ist bahnstromfrei, die andere [illegible] zur Rückleitung des Bahnstromes, so dafs der Signals[illegible] eine stromfreie und eine stromführende Fahrschiene [illegible] nutzen mufs,
3. oder beide Fahrschienen leiten den Bahnstrom zur[illegible], so dafs sich der Bahn- und der Signalstrom überdec[illegible].

Selbsttätige, elektrische Signalstellerei mit Wechselstrom.

Die Berliner Hoch- und Untergrundbahn hat zuerst [illegible] ihren Strecken das selbsttätige Signalsystem eingeführt, [illegible] zwar hatte sie anfangs ein Westinghouse-Hebelwerk verwe[illegible], das einige Mängel aufwies, die in einem nach den Ang[illegible] der Hochbahngesellschaft von Siemens erbauten neuen [illegible]llwerk beseitigt worden sind. In einem Holzgehäuse sind [illegible] Hebel mit ihren Schaltern gut übersichtlich angeordnet. [illegible] Hebel können leicht bewegt werden, so dafs ein beson[illegible] Handfallenhebel entbehrlich wird. Die Überwachung der [illegible]stellungen der Weichen und Signale erfolgt durch Lichtzei[illegible] ohne bewegliche Teile, an Stelle der durch Elektroma[illegible] gesteuerten Farbscheiben, wie sie bei den übrigen elektri[illegible] Stellwerken üblich sind. Ein erleuchtetes + Zeichen gib[illegible]

undstellung der Weiche an, ein erleuchtetes — Zeichen die
ngelegte Stellung. Die Zeichen für die Signalhebel sind
te bzw. grüne Fenster. Bei dem neuen elektrischen Stell-
rk von Siemens sind mit den Hebeln elektrische Verschlüsse
bb. 1, Schnitt C D) verbunden, die verlangen, dafs der Hebel
st dann in eine Endstellung gebracht werden kann, wenn
r Weichenmotor ausgelaufen ist und die mechanische Ver-
gelung aufgegeben hat.

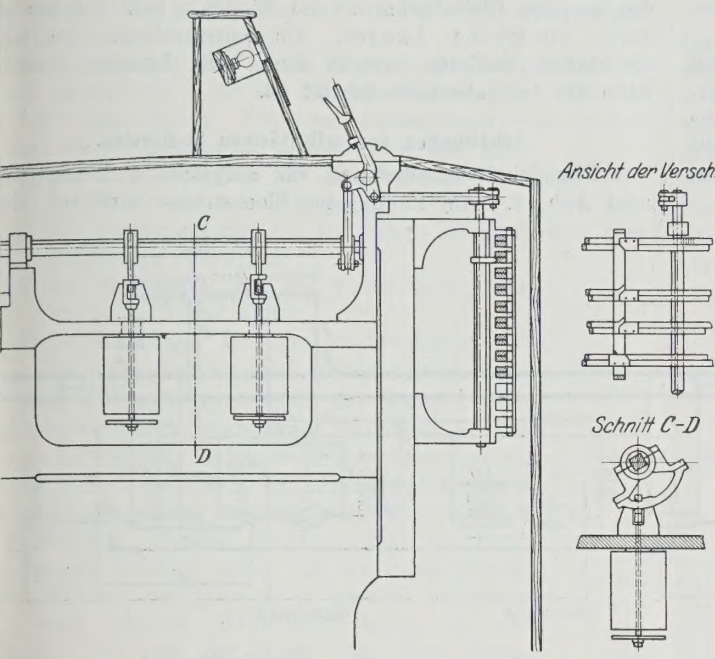


Abb. 1. Weichenhebelverschlüsse von Siemens.

Der Weichenhebel ist durch ein Zwischenstück mit einer
ehbaren vertikalen Welle verbunden. Auf dieser Welle sitzt
ne Übertragung, die in eine auf der Rückseite einer horizontalen
errschiene ausgeklingte Nute eingreift. Diese Sperrschiene
wegt sich hin und her. Die Verriegelung der Hebel unter-
nander erfolgt durch Querriegel, die sich in vertikaler Richtung
wegen. In diese Querriegel greifen kleine Knaggen ein, die
den horizontalen Sperrschienen sitzen. Die elektrische Ver-
hlüsse mit ihren Kontakten sitzen hinten und werden von
r horizontalen Welle gesteuert. Die elektrische Verriegelung
steht aus einem Magnet, dessen Anker an einer senkrechten
ange sitzt, die durch die Mitte des Kerns geht.
en an der Stange sitzt ein Verschlufsstück, das
einen Quadranten eingreift, der auf der Welle
zend, mit dieser gedreht wird. Hinter dem Hebel-
rk sind in einem Schrank die Relais und ein
ansformator untergebracht. Über dem Stellwerk
ngt ein Transparent, auf dem der Lauf der Züge
rfolgt werden kann. Der besetzte Zustand wird
rch Erlöschen der Lampen hinter den unterteilten
chtenden Streifen, die die Gleise bedeuten, an-
geben. Die Weichen, Signale und Fahrsperren
rden durch Elektromotore angetrieben, die von
ner Sammlerbatterie von 100 bis 120 Volt Spannung
speist werden. Die Hebel werden mechanisch und
ktrisch verschlossen. An den Weichenhebeln ver-
ndern die elektrischen Verschlüsse, dafs der Hebel
ch vorn oder nach rückwärts ganz umgelegt
rden kann, ehe die Weiche richtig steht; an den Signal-
beln verhindern dieselben, dafs der Hebel ohne weiteres in
e Endstellung gebracht werden kann. Der eine Verschlufs
eldeverschlufs) sperrt hierbei den Hebel so lang, bis das
rch den Hebel zu stellende Signal auf Halt steht und der
andere Verschlufs (Rückhaltverschlufs) sperrt den Hebel so lang, bis der Zug alle Weichen durchfahren hat, die mit dem Signal gekuppelt sind. Diese Verschlüsse sind jedoch so eingerichtet, dafs der Stellwerkwärter eine Umstellung der Hebel nur dann vornehmen kann, wenn dadurch keine Gefahren herbeigeführt werden können. Jede Weiche hat zwei Relais, die die eine oder die andere Endlage anzeigen. Tritt eine Störung an der Weiche ein, so wird der Relaisstrom unterbrochen, die Hebel und die Kontrollströme für die Signale, die die betreffenden Weichen unter Verschlufs halten, werden verriegelt.

Die wichtigsten Bestandteile der selbsttätigen, elektrischen Stellereien sind die Drosselstöfse oder Impedanzverbinder (Abb. 2). Es sind leitende Überbrückungen an Stofsstellen, die den Signalstrom (Wechselstrom) abdrosseln, aber den Bahnstrom durchlassen. Bei unseren elektrischen Bahnen mit zwei Fahrschienen und einer dritten Schiene als Stromschiene werden die Fahrschienen als Rückleitung für den Bahnstrom und gleichzeitig als getrennte Leitungen für den selbsttätigen Signalbetrieb benutzt. Und zwar ermöglichen dies die Drosselstöfse. Voraussetzung ist, dafs die beiden Fahrschienen an den Drosselstöfsen durch isolierende Zwischenlagen getrennt sind und auf Holzschwellen in durchlässiger Bettung liegen. Die Hochbahn in Berlin verwendet Gleichstrom als Fahrstrom, der durch eine dritte Schiene zugeführt wird, und Wechselstrom als Signalstrom. Die Fahrschienen sind ein wichtiges Glied der selbsttätigen Signalanlage.

Die Wirkungsweise des Drosselstofses zeigt die Abb. 2. In mit Öl gefüllten Kästen aus Eisen liegen starke Kupferdrähte V_1 und V_2 in Windungen. V_1 und V_2 sind mit den Schienenenden durch Kupferseile verbunden, die Mitten von V_1 und V_2 durch die Drähte V. Der Bahnrückstrom fliefst nun in den Schienensträngen des einen Streckenabschnittes in Richtung der Pfeile gegen die Mitte der einen Hälfte von V_1, dann durch V über V_2 nach den Schienenenden des nächsten Abschnittes.

Die Fahrströme fliefsen in den beiden Windungshälften entgegengesetzt, ihre Kraftlinienfelder sind also auch entgegengesetzt und halten sich das Gleichgewicht, da sie ungefähr gleich grofs sind. Der Signalstrom, der niedriger gespannt ist, findet als Wechselstrom in den mit Gleichstrom belasteten Windungen V_1 und V_2 des Drosselstofses einen grofsen induktiven Widerstand, kann nicht zur Nachbarschiene gelangen

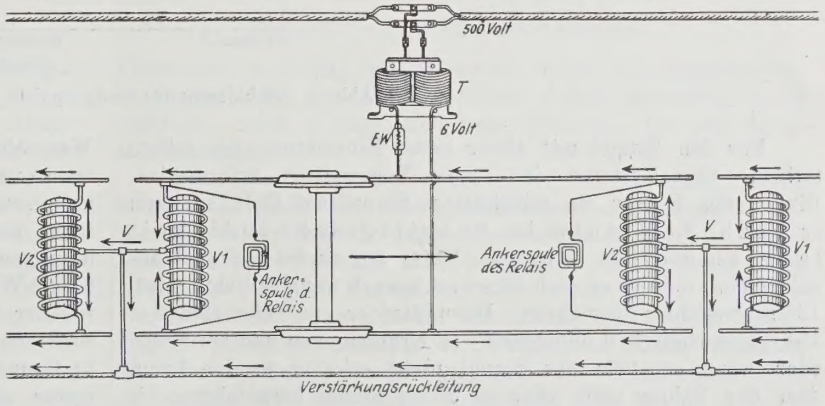


Abb. 2. Wirkungsweise des Drosselstofses.

und ist somit abgedrosselt. Je höher die Periodenzahl (50 bis 60 Perioden sind zweckmäfsig) des Signalwechselstroms genommen wird, um so gröfser ist sein induktiver Widerstand. In V_1 und V_2 entsteht ein magnetisches Feld, durch dessen Wechsel eine elektromotorische Kraft hervorgerufen wird, die der vom

Signalstromtransformator hinzugelieferten Spannung entgegenwirkt. Hierdurch wird der Kurzschlufsstrom gedrosselt. Die magnetisierende Kraft bestimmt sich aus der Windungszahl der einen Spulenhälfte und dem Fahrstrom. Durch das resultierende magnetische Feld wird die magnetische Leitfähigkeit des Eisens in der Spule geringer, der Signalstrom wächst an, es wird mehr Energie vom Signaltransformator in die Spule geleitet. Fährt ein Zug in den Streckenabschnitt ein, so schliefsen die Achsen den Signalstrom kurz, die Ankerspulen der Relais T werden stromlos.

Die selbsttätigen Blockstellen sind Gehäuse mit Streckenrelais (2 oder 1 für jede Blockstrecke), den erforderlichen Widerständen, Transformatoren und Sicherungen. Die Blockstellengehäuse, die an jeder beliebigen Stelle aufgestellt werden können, werden durch Kabel mit dem Signal oder dem Fahrsperrenantrieb verbunden.

Halbselbsttätige Signale dürfen, wenn sie Halt zei... unter keinen Umständen überfahren werden, sie sind gek... zeichnet mit einer Tafel, die einen senkrechten roten St... trägt. Das Signal darf nur dann überfahren werden, w... der Befehl zur Vorbeifahrt erteilt ist.

Streckenblockfelder zur Sicherung der Züge sind auf ... Untergrundbahnen nicht vorhanden. An deren Stelle tritt ... durchscheinender Gleisplan (Gleistransparent), auf ... die Signale, Gleisabschnitte und Weichen hell sichtbar ... durch elektrische Lampen, die entsprechend den G... abschnitten dahinter verteilt sind. Die Lampen erlösc... wenn der Gleisabschnitt besetzt ist.

Schaltungen der selbsttätigen Stellereien.

Die Schaltunganordnung für endgespeiste Blockstre... zeigt Abb. 3. Am Ende jeder Blockstrecke wird von ei...

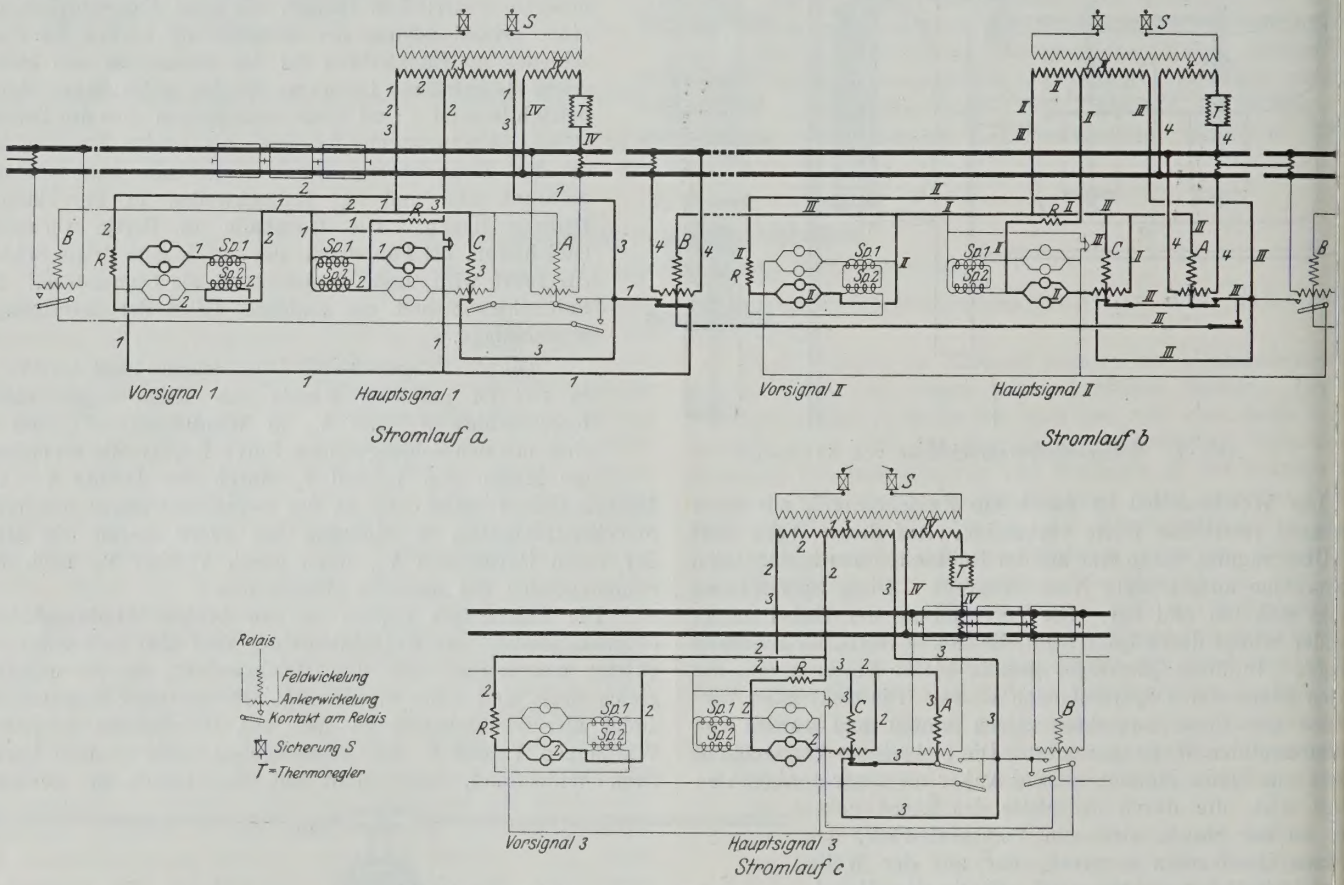


Abb. 3. Schaltung für endgespeiste Blockstrecken.

Für den Betrieb mit dieser neuen Einrichtung des selbsttätigen Signalsystems sind neue Vorschriften erforderlich. Findet ein Fahrer ein selbsttätiges Signal auf Halt, so kann er noch 1 Minute in Schrittgeschwindigkeit langsam weiter fahren. Ist er am nächsten Signal angekommen, so mufs er auch dieses noch, auch wenn es Fahrt zeigt, 150 m vorsichtig überfahren. Dann darf er erst seine zulässige Fahrgeschwindigkeit annehmen. In Krümmungen und bei Nebel oder wenn sonstwie das Signal nicht erkannt werden kann, darf der Fahrer nicht eher an dieses Signal heranfahren, bis der Zugbegleiter, der vorausgehen mufs, festgestellt hat, dafs die Strecke frei ist. Immer mufs klar sein, ob der Mangel am Signal zu suchen ist, keinesfalls darf die Anwesenheit eines Zuges im vorliegenden Streckenabschnitt die Veranlassung sein. Ehe ein Zug ein Signal überfahren darf, mufs der Bremsanschlag ausgelöst sein. Nach Vorbeifahrt am Signal ist er wieder einzustellen. Der Fehler am Signal mufs auf der nächsten Station gemeldet werden, die sofort die Untersuchung veranlafst.

Wechselstromkabel von 300 bis 500 Volt abzweigend ein B... transformator angeschlossen, dessen Hauptwicklung in ... gröfseren Spule für die Abhängigkeitsleitung 100 Volt Wec... strom und in einer kleineren Spule für die Schienen-Anschlufs... leitungen 4 bis 8 Volt Wechselstrom induzieren. Der ... bi... 8 Volt-Wechselstrom geht über die Fahrschienen und wirkt ei... wie der 100 Voltstrom auf je eine Hilfs- und sognannte (ei... wicklung des Relais. Letzteres steht bei unbesetzter St... in Grundstellung und schaltet in dieser Stellung den Si... motor an, das Signal zeigt Fahrt. Sobald ein Zug i... Blockstrecke einfährt, wird die Gleiswicklung des Relais s... los, sein Drehfeld unterbricht den Kuppelstrom des Si... das Signal zeigt Halt und schaltet den Signalmotor für... Rücklauf auf Halt ein. Da der Kurzschlufs im Blockt... formator, hervorgerufen durch die Zugachsen, 4 bis 8 ... Spannung im Blocktransformator verbraucht, so ist ... Dämpfungswiderstand in die Anschlufsleitung eingesch... Das Signal zeigt, sobald die Blockstrecke frei ist und ...

swicklung des Blockrelais wieder Strom hat, Fahrt. Diese Ende her gespeiste Schaltung ist nur bei Blockstrecken zu 500 m Länge verwendbar. Bei längeren Blockstrecken zu 2 km ordnet man den Blocktransformator in der Mitte je ein Blockrelais an den Enden der Blockstrecke an, der Spannungsabfall im 4 bis 8 Voltzweig des Blocktrans- nators zu grofs und somit der Energiebedarf zu hoch würde. Einfahrt eines Zuges wird das erste Relais, dann der Block- sformator kurz geschlossen und am Ende der Blockstrecke zweite Relais umgesteuert.

Eine Schaltung für kurze Blockstrecken zeigt Abb. 3. die Sicherungen S ist die Blockspeiseleitung von 250 bis Volt angeschlossen. Vier verschiedene Stromkreise werden dem Blocktransformator abgenommen und zwar:

1. Der Stromkreis für die Fahrstellung des Haupt- und Vorsignals und der Fahrsperre;
2. der Stromkreis für die Halt- bzw. Warnstellung des Haupt- und Vorsignals;
3. der Stromkreis für die Feldwicklung der Relais A, B und C und
4. der Stromkreis für die Gleisabschnitte und die Ankerwicklung der Relais A und B.

Über die Spule Sp 1 geht der Strom 1 vom nsformator durch die grünen Signallampen und den Kontakt des Relais B zurück (Stromlauf a). r die Spule 2 und durch den Regulierwiderstand R gleichzeitig vom Transformator der Strom 2 Stromquelle, während Strom 3 über die Feld- klung des Relais C geht. Da die roten Signal- pen, die mit der Spule Sp 2 parallel geschaltet , einen höheren Widerstand haben als die le Sp 2, so geht der Strom über diese Spule, roten Lampen werden also nicht vom Strom chflossen, während die grünen Lampen leuchten. der Signallaterne liegen zwei Glühlampen in allelschaltung, eine Lampe brennt also immer.

Fährt ein Zug in einen Streckenabschnitt ein, wird der Stromkreis 4, der die Ankerwicklungen Relais A und B durchflossen hat, durch die achsen geschlossen (Stromlauf C). Die Kontakte er Relais fallen ab und unterbrechen dadurch Stromkreis 1 des zurückliegenden Signals (Strom- b). Die Spule Sp 1 wird stromlos und die nen Signallampen sind ausgeschaltet. In der le 2 tritt ein induktiver Widerstand auf, der er ist als der Widerstand der roten Signallampen.

Strom 2 geht vom Transformator über die kerwicklung des Relais C durch die roten Signallampen über den Regulierwiderstand B.

Jetzt spricht das Relais C an, da seine Feld- und Anker- klung Strom haben, es schliefst seinen Kontakt und gibt dem Stromkreis 3 einen Weg über die Feldwicklungen Relais A (Stromlauf c). Fährt der Zug aus dem Strecken- chnitt aus, so fliefst der Strom durch die Anker der Relais und B (Stromlauf b). Da nun Feld- und Ankerwicklung Relais A Strom haben, so schliefst es seine Kontakte, dafs der Stromkreis 3 seinen Weg zur Feldwicklung des ais B findet über den unteren Kontakt des Relais A (Strom- a). Das Relais B schliefst seinen Kontakt und schaltet urch den Signalstromkreis 1 auf Fahrt frei. Erst wenn Zug mit seiner letzten Achse den rückliegenden Strecken- chnitt verlassen hat, kann das rückliegende Signal Fahrt en. Die Fahrsperre und das Vorsignal sind mit dem Haupt- al parallel geschaltet.

Ist ein Streckenabschnitt noch besetzt, was der Wärter in durchscheinenden Gleisplan sieht, so kann er, auch wenn in Frage kommenden Hebel richtig stehen, den zugehörigen alhebel nur um $^2/_3$ seiner Bewegung umlegen. Auf diese Weise sind alle Hebel der Fahrstrafse mechanisch verschlossen, während das Signal noch in der Haltstellung verbleibt. Letzteres kann erst bei vollständiger Umlegung des Hebels in die Fahrstellung gelangen. Ist der Zug aus dem Streckenabschnitt heraus, so wirkt der Gleichstrom wieder und gibt den Verschlufs für die vollständige Umlegung des Hebels frei. In einen besetzten Gleisabschnitt kann also kein Zug einfahren. (Überwachung der Gleisbesetzung.)

Hingegen kann der Wärter jederzeit einen Signalhebel auf Halt legen. Mufs der Wärter in dem Augenblick, in welchem noch ein Zug sich in dem Streckenabschnitt befindet, ein Signal in die Haltstellung bringen, so läfst sich der Signalhebel nur um zwei Drittel seiner Bewegung umlegen, aber diese Bewegung genügt für die Haltlage. Erst nach vollständigem Umlegen des Hebels werden die Weichen entriegelt. Auf diese Weise bleibt die Fahrstrafse so lange gesperrt, bis der Zug mit seiner letzten Achse den Streckenabschnitt verlassen hat. (Fahrstrafsenauflösung.) Auch der Fall, dafs eine festgelegte

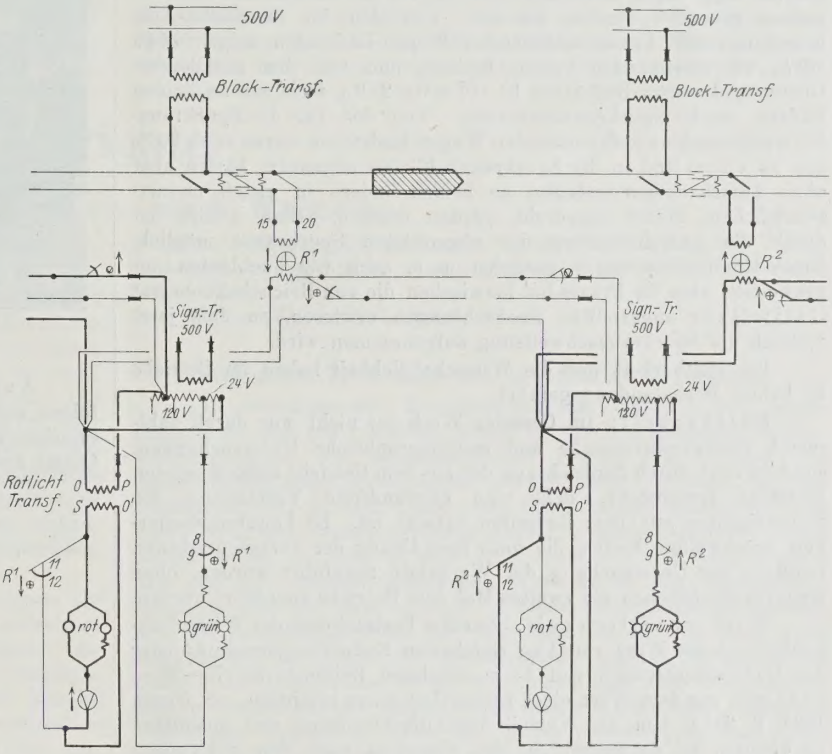


Abb. 4. Schaltung für selbsttätige Blockanlagen.

Fahrstrafse mutwillig gestört werden sollte, ist berücksichtigt. In diesem Falle geht das betreffende Signal selbsttätig in die Haltlage. Abb. 4 zeigt eine neue Schaltung für selbsttätige Blockanlagen.

Ohne die selbsttätige Signalstellerei ist ein regelrechter Betrieb auf Stadt- und Untergrundbahnen nicht möglich. Die Blockstörungen und die dadurch entstehenden Aufenthalte der Züge an den Signalen sind beseitigt, ein Versagen eines selbsttätigen Signals kommt nur sehr selten vor.

Lichtsignale sind für Bahnen mit selbsttätiger Signalstellerei am vorteilhaftesten, weil elektrischer Strom vorhanden ist. Da in den Tunnelstrecken bei den Untergrundbahnen die Signale als Lichtsignale ausgebildet sind, so ist es folgerichtig, sie auch auf der Hochbahn anzuwenden.

Die Gründe, die bei Fernbahnen die Einführung der Tageslichtsignale noch erschweren*), fallen bei der geringen Geschwindigkeit der Züge der Untergrundbahnen fort.

Bei den Lichtsignalen sind die Farben rot für Halt,

*) Schubert-Roudolf. Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Bd. II, S. 559 bis 562. Kreidels Verlag in München, 1925.

orangegelb für Vorsicht und grün für freie Fahrt, wie sie die Signalordnung vorschreibt, beibehalten worden. Das gewöhnliche Hauptsignal zeigt ein rotes und ein grünes Licht, das Vorsignal hat je zwei orangegelbe und grüne Lichter.

Der Bau dieser Signale ist einfach, sie bestehen aus einem in einem Kasten sitzenden Rohr, das oben ein Gehäuse trägt, in welchem die Lichtzeichen sitzen. Der Kasten am Ma nimmt den Transformator auf. Die Höhe der Lichtsi richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. Die Glühl des Haupt- und Vorsignals hat zwei parallele Leitungen verbraucht rund 50 Watt bei 14 bis 16 Volt Spannung. Fü Laternen der Lichtsignale genügen 15 Watt-Lampen.

Spurkranzschweifsung.

Von Betr.-Ing. **Krohne**, Cassel.

In Heft 11, Jahrg. 1924 (S. 255) dieser Zeitschrift ist ein Aufsatz von Reichsbahnoberrat Gollwitzer über das Aufschweifsen von Radspurkränzen erschienen. — Im nachstehenden soll anschliefsend hieran über die im Eisenbahn-Ausbesserungswerk Cassel gewonnenen Erfahrungen und über neue Formen der Einrichtungen berichtet werden.

In der Einleitung des genannten Aufsatzes ist mit Recht auf den grofsen Querschnittsverlust hingewiesen, da stets zwei Räder eines Wagen-Radsatzes oder bei Lokomotiven sämtliche Räder einer zusammengehörigen Radsatzgruppe auf den gleichen Laufkreisdurchmesser gebracht werden müssen. Von den im Eisenbahn-Ausbesserungswerk Cassel anfallenden Wagen-Radsätzen zeigen etwa 16 %, an einem oder beiden Rädern, und von den anfallenden Güterzuglokomotiv-Radsätzen (G 10) etwa 25 %, meistens an beiden Rädern, starke Spurkranzabnützung. Von den für die Spurkranz-Schweifsmaschine aufkommenden Wagen-Radsätzen waren etwa 90 % nur an einem Rad in der Spurkranzhohlkehle abgenutzt, hätten aber ohne Aufschweifsen trotzdem an beiden Rädern in gleich unwirtschaftlichem Mafse abgedreht werden müssen. Eine Abhilfe ist durch die Aufschweifsung der abgenutzten Spurkränze möglich. Diese Möglichkeit wurde zunächst u. a. auch von Fachleuten angezweifelt, aber die Praxis hat inzwischen die von Reichsbahnoberrat Gollwitzer angestellten Beobachtungen erwiesen, so dafs jetzt vielfach die Spurkranzschweifsung aufgenommen wird.

Die Haltbarkeit und die Wirtschaftlichkeit haben im Betriebe zu keiner Beanstandung geführt.

Haltbarkeit: Im Casseler Werk ist nicht nur durch zahlreiche Festigkeitsversuche und metallographische Untersuchungen, sondern auch durch Beobachtung der aus dem Betriebe aufkommenden Radsätze festgestellt, dafs eine einwandfreie Verbindung des Schweifsgutes mit dem Radreifen erfolgt ist. Es konnten wiederholt geschweifste Reifen, die nach Beendigung der vorgeschriebenen Laufzeit zur Untersuchung der Werkstatt zugeführt wurden, ohne weiteres Nachdrehen ein zweites Mal dem Betriebe zugeführt werden.

Wirtschaftlichkeit: Zwecks Feststellung der Wirtschaftlichkeit ist der Wert von 1 kg nutzbarem Radreifenquerschnitt oder der Durchschnittswert von 1 mm nutzbarer Reifenstärke (75—30 = = 45 mm) aus dem Wert eines neuen Reifens zu ermitteln. (S. Organ 1924, S. 255.) Um den Vorteil des Aufschweifsens voll ausnutzen zu können, ist es wesentlich, das Abdrehen nach dem Schweifsen auf das geringst mögliche Mafs zu bringen. Das bedingt die Verwendung eines geeigneten und in seiner Zusammensetzung gleichmäfsigen Schweifsdrahtes, da nur dann ein gleichmäfsiges Auftragen der einzelnen Schweifslagen und damit das Mindestmafs der Abdreharbeit zu erzielen ist. — Ferner ist eine genügende Härte der aufgetragenen Schweifsschicht anzustreben, da im anderen Falle eine vorzeitige Abnutzung des Spurkranzes im Betriebe eintritt.

Auf der Casseler Maschine sind bis jetzt u. a. etwa 450 Wagen- und Tenderradreifen geschweifst. Nach den vorgenommenen Messungen hätten an diesen Radsätzen zusammen etwa 4000 mm nutzbarer Reifenstärke beiderseits abgedreht werden müssen. Infolge Schweifsung sind aber nur rund 1500 mm abgedreht worden. An den Wagenradreifen stellt 1 mm nutzbarer Reifenstärke z. Z. einen Wert von etwa 4,50 ℳ dar, unter Beachtung, dafs an den Wagenradsätzen immer zwei Reifen gleichzeitig abzudrehen sind.

Es ergibt sich eine Ersparnis von 2500 × 4,50 ℳ = rund 11 250 Mk. Die Drehkosten sollen bei dieser überschläglichen Rechnung zunächst aufser Betracht bleiben.

Davon sind abzuziehen die Kosten für das Schweifsen = etwa 4750 ℳ, so dafs eine Ersparnis von etwa 6500 ℳ gebucht werden kann. Bei der Annahme, dafs mit Rücksicht auf Reparatur und Reinigung usw. durchschnittlich vier Wagenradreifen an jedem Arbeitstag geschweifst werden, entfallen auf ein Jahr 1200 zu schweifsende Wagenradreifen, bei denen rund 17 000 ℳ im Jahr erspart w die nach Abzug für Abschreibung und Verzinsung als Reing gebucht werden können. Bei den Lokomotiven ist der wirtschaf Vorteil wesentlich gröfser.

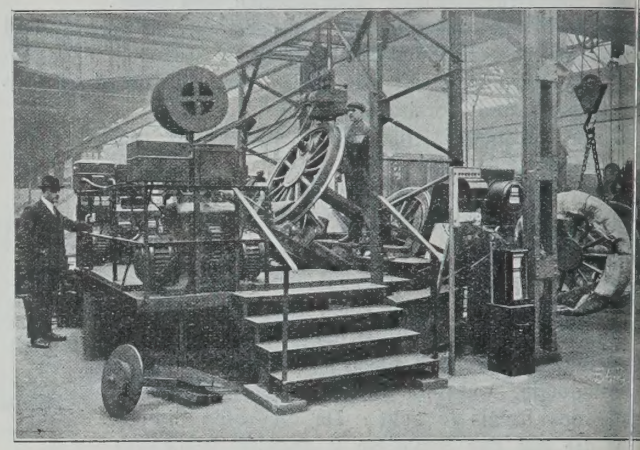


Abb. 1.

Ausführung des Verfahrens: Die Schweifsung folgen auf einer Spurkranzschweifsmaschine. Abb. 1 zeigt eine Spurkranzschweifsmaschine, wie sie im Eisenbahn-Ausbesserung Cassel aufgestellt ist.

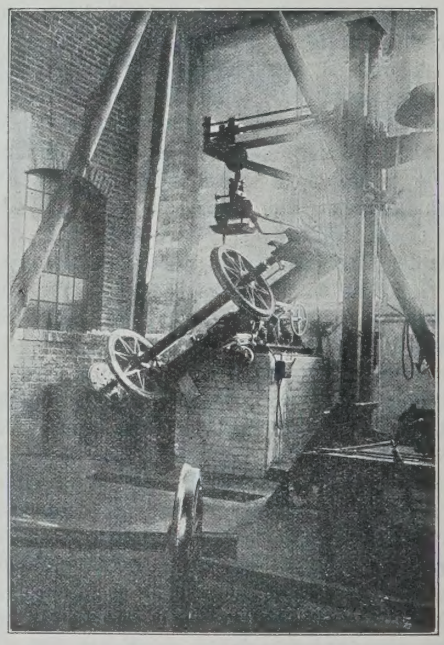


Abb. 2.

Der zu schweifsende Radsatz wird mit Hilfe eines Kra ein fahrbares Gestell gesetzt und in die gewünschte Schrägsl gebracht. Diese Stellung ist beim Schweifsen erforderlich, da Heruntertropfen des aufgebrachten Materials vor der Erstarru mieden wird. Die elektrische Kaltschweifsung durch den elekt Lichtbogen geschieht in der Weise, dafs von einer Drahtro

eifsdraht entrollt und durch ein kleines Richtwalzwerk gerade-htet wird, dabei wird gleichzeitig der Strom zugeführt, indem Pol an den Schweifsdraht und ein Pol an den Wagen des Rad-s gelegt ist. Auf der in Abb. 1 dargestellten Maschine wird hzeitig mit zwei Schweifsköpfen geschweifst. Beim Zünden des bogens ist eine höhere Spannung als die Schweifsspannung derlich, die sogenannte Zündspannung, annähernd 80 V bei einer nstärke = 0. Die Schweifsspannung beträgt, wie sonst bei schweifsungen üblich, etwa 20 Volt. Deshalb kommt das ttelbare Schweifsen vom Netz nicht in Frage, wenn man nicht chaltwiderstände einschaltet; dann arbeitet aber eine derartige eifseinrichtung sehr unwirtschaftlich.

In der beschriebenen Anlage werden Schweifsumformer benutzt, us einem Antriebsmotor mit direkt gekuppeltem Gleichstrom-ger bestehen und in einem Gehäuse untergebracht sind. Die Bedienung der Maschinen nötigen Apparate sind nicht wie sonst h auf der Schalttafel, sondern in einem auf dem Umformer-use aufgebauten geschlossenen Regulierkasten untergebracht.

Die Reinigung der Schweifsstelle erfolgt beim Drehen des Rades h eine von einem kleinen Motor angetriebene Stahldrahtbürste.

Der Anfall an zu schweifsenden Radreifen, das sind vorwiegend e, die über 4 mm (in der Laufkreisebene gemessen), abgedreht en müssen, ist derart, dafs in einem gröfseren Wagen- oder motiv-Ausbesserungswerk etwa je eine Schweifsmaschine ausgelastet ist. Im Ausbesserungswerk Cassel fallen für das Schweifsen täglich etwa sechs Wagenradreifen, zwei bis drei Lokomotivradreifen und zwei Tenderradreifen an. Die Leistung einer Schweifsmaschine mit zwei Schweifsköpfen beträgt täglich bis zu sechs Wagenradreifen oder 2 bis 3 G 10 Lokomotivradreifen. Für einen Wagenradreifen werden in $1^1/_2$ Stunden Laufzeit etwa 40 m Schweifsdraht von 4 bis 5 mm Durchmesser und 20 kWh Strom verbraucht.

Die Lieferfirma der Spurkranzschweifsmaschine, „Stahl und Eisen“ in Nürnberg, ist z. Z. mit der Durchbildung einer Bauart nach Abb. 2 beschäftigt, von der drei Typen für Wagen-, mittlere und gröfsere Lokomotivradreifen gebaut werden sollen. Der zu schweifsende Radsatz wird zwischen zwei Spitzen eingespannt. Diese Spitzen lagern in einem Bügel, welcher in seiner Mittelachse drehbar angeordnet ist. Der Radsatz kann also um die Achse in jede beliebige Stellung gebracht werden, ohne dafs ein Umspannen des zu schweifsenden Werkstückes (Radsatz) notwendig ist. Die Maschine eignet sich in gleicher Weise zur Ausführung von Schweifsarbeiten an Drehkörpern jeder Art, so können neben Radsätzen auch Achsschenkel, Felgenkränze, Walzen usw. aufgeschweifst und Rundnähte jeder Art an Kesseln geschweifst werden.

Eine Maschine für Wagenradreifen kostet z. Z. nach Angabe der Lieferfirma rund 15000 ℳ, und mit zwei Schweifsköpfen rund 22000 ℳ, eine Maschine für Lokomotivradsätze bis 2000 mm Durchmesser mit zwei Schweifsköpfen und zwei Umformern rund 25000 ℳ.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

$1\,C_0 - D_0 - C_0\,1$ Diesel-elektrische Lokomotive in Rufsland.

Die Lokomotive mit einem Dienstgewicht von 180 t ist nach Angaben von Prof. J. M. Haekel in Rufsland selbst gebaut vor kurzem in Dienst gestellt worden. Die Dieselmaschine mt von den englischen Vickers-Werken und wurde von einem emusterten U-boot entnommen. Sie hat 10 Zylinder, ist nicht euerbar und arbeitet kompressorlos im Viertaktverfahren. Die ung beträgt bei 395 Umdrehungen in der Minute 1030 PS. Mit Maschine gekuppelt sind zwei Stromerzeuger von je 380 V und Amp., die zum Anfahren und bei geringen Geschwindigkeiten neinander, bei gröfseren Geschwindigkeiten hintereinander naltet werden. Die 10 Elektromotoren sind dauernd nebenader geschaltet; sie treiben die Achsen mittels Zahnradgetrieben einer Übersetzung von 1:4,625 an.

Die ganze Lokomotive ruht auf drei Gestellen, von denen die eren an den Lokomotivenden kurvenbewegliche Laufachsen zen und auch die Zug- und Stofsvorrichtungen tragen. Die Gestelle sind miteinander verbunden, so dafs der darüberliegende otrahmen keine Zugkräfte zu übertragen braucht. Er besteht zwei 900 mm hohen Blechträgern, die durch Querstreben teift sind und mit der Unterkante noch 450 mm über den ellen liegen, so dafs die Motoren zugänglich bleiben. Die Dieselchine und die Stromerzeuger sind mit der Achse in der Längsung der Lokomotive auf dem Hauptrahmen gelagert, erstere els besonderer Stahlgufsträger, letztere unmittelbar. Aufserhalb Hauptrahmens liegen beiderseits die Behälter für den rund 7 t genden Treibölvorrat und für 1 t Schmieröl sowie eine Sammlererie von 10 V und 600 Amp., die zum Anfahren sowie zur uchtung und zum Antrieb der Hilfsmaschinen dient. Der Hauptnen mit sämtlichen angebauten Behältern liegt vollständig rhalb des über die ganze Lokomotive sich erstreckenden Übers, jedoch unter dem Fufsboden. Über demselben liegen ebenfalls rhalb des Überbaues zwei Kühlwasserbehälter für je 1,5 m^3 lt mit den erforderlichen Pumpen, der Kompressor für die ckluftbremse und ein Heizkessel. In einem Aufbau auf dem n ist der Kühler mit 700 m^2 Oberfläche angeordnet. An jedem e der Lokomotive befindet sich ein Führerstand.

Die Lokomotive ist für eine Höchstgeschwindigkeit von 75 km/h ut und soll Züge von 1000 t Gewicht mit 50 km/h befördern. Verhältnis zu ihrem grofsen Dienstgewicht ist offenbar die ihnte Leistung von rund 1000 PS viel zu gering; die grofse Zahl 10 Triebachsen ist wohl darauf zurückzuführen, dafs die Untergung stärkerer Motoren an den einzelnen Achsen Schwierigkeiten hte. Bemerkenswert ist, dafs bei den beiden in Deutschland gebauten russischen Diesellokomotiven dieselbe Leistung auf 7 bzw. 8 Achsen untergebracht wurde, gegenüber 12 bei der russischen Lokomotive.

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 5.) R. D.

Dieselmotor-Triebwagen und -Lokomotiven in Amerika.

Die amerikanischen Eisenbahnfachleute befassen sich neuerdings mehr und mehr mit der Frage, in welchem Umfang der Verbrennungsmotor mit wirtschaftlichem Erfolg zum Antrieb der Eisenbahnfahrzeuge herangezogen werden kann. So sehr man den bewährten, fast hundert Jahre alten Dampfbetrieb schätzt und ihn durch Schaffung immer gröfserer Einheiten wirtschaftlicher zu gestalten sucht, so läfst es sich doch nicht von der Hand weisen, dafs für den zusammengedrängten Verkehr in den Grofsstädten einerseits und für viele schwach belastete Seitenlinien andererseits mit den Dampflokomotiven ein wirtschaftlicher Betrieb kaum mehr möglich ist. Im Gebiet der grofsen Städte scheint der elektrische Betrieb der geeignetste Weg; den Triebwagen und Lokomotiven mit Verbrennungsmotor dagegen will man die schwächer belasteten Nebenlinien überlassen. Von den Verbrennungsmotor-Lokomotiven erwartet man aufserdem noch wertvolle Dienste auf Verschiebebahnhöfen, vor allem auf solchen mit elektrischem oder Übergangsbetrieb, wo sie die Oberleitung entbehrlich machen.

Wie auch in Europa liegt der Grund für die langsame Entwicklung der ganzen Frage in dem Umstand, dafs eine vollbrauchbare Diesel-Lokomotive noch nicht vorhanden ist. Wohl ist der Verbrennungsmotor während des Krieges und nach demselben — vor allem durch die Luftfahrt — stark weiterentwickelt worden, aber die Regelbauarten sind sämtlich zu wenig leistungsfähig für den Eisenbahnbetrieb. Der Dieselmotor, der in erster Linie in Frage kommt, ist zudem noch viel zu schwer. Die üblichen Ausführungen wiegen rund 35 kg/PS gegenüber 7 bis 8 kg des Explosionsmotors. Neuerdings sind allerdings auch schnellaufende Dieselmotoren gebaut worden, wie der für den Triebwagen der Kanadischen Nationalbahn*) bestimmte, der von Beardmore in Glasgow geliefert wurde und nur etwa 8 kg/PS wiegt. Indessen sind solche Sonderausführungen noch ziemlich teuer und auch noch nicht in den für Lokomotiven erforderlichen Gröfsen erprobt worden.

Zur Kraftübertragung benutzt man in Amerika meist die Elektrizität. Man hat damit angeblich die besten Erfolge erzielt und erwähnt als besondere Vorteile dieser Bauart die bequeme Übertragung vom Wagenkasten zu den Drehgestellen, den einfachen Achs-

*) Organ 1926, S. 173.

antrieb, die Möglichkeit, die Kraftanlage im Wagenkasten selbst unterbringen zu können, die grofse Anpassungsfähigkeit der Übertragung, die leichte Überwachung, sowie endlich die geringe Abnutzung und daher billige Unterhaltung und lange Lebensdauer. Die mechanische Übertragung hält man nur für leichte Fahrzeuge für geeignet; die hydraulische sei zwar sehr anpassungsfähig und habe einen verhältnismäfsig günstigen Wirkungsgrad, fange aber bald an zu lecken und zu verharzen und werde dann sehr unwirtschaftlich.

Die bis jetzt gebauten Diesel-Lokomotiven haben, entsprechend den schweren Motoren, im Verhältnis zum Dienstgewicht noch durchweg zu geringe Leistung. Die Ingersoll-Lokomotive*), die in zwei Ausführungen mit 60 und 100 t Dienstgewicht gebaut ist, leistet 5 bzw. 6 PS/t. Die Baldwin-Westinghouse-Lokomotive leistet 11 PS/t, einige weitere im Bau befindliche Lokomotiven 8 bis 14 PS/t. Auch die Verschiebelokomotive von Brill-Westinghouse mit einem Explosionsmotor von 500 PS erreicht nur 6,7 PS/t. Ein erfolgreicher Wettbewerb solcher Lokomotiven mit den neueren amerikanischen elektrischen und Dampflokomotiven, die 25 bis 35 bzw. 18 bis 24 PS/t leisten, ist damit nicht möglich. Dazu kommt noch der Umstand, dafs die Geschwindigkeiten, die sich mit gröfseren Zuglasten erreichen lassen, nur gering sind.

Ein Ersatz der Dampflokomotive oder gar der elektrischen Lokomotive durch die Diesel-Lokomotive kommt demnach auch in Amerika in den nächsten Jahren noch nicht in Frage. Wohl aber ist mit einer vermehrten Einstellung der leichteren Einheiten, der Triebwagen, zu rechnen und auch die Versuche mit der Verbrennungs-Lokomotive scheint man lebhafter betreiben zu wollen.

(Railw. Age 1926, 1. Halbj., Nr. 7 und 15) R. D.

*) Organ 1925, S. 37.

**) Organ 1924, S. 265 und 284.

1 D-h 2 Güterzuglokomotive und 2 D-h 2 Schnellzuglokomotive der Polnischen Staatsbahnen.

Der Betriebsmittelpark der Polnischen Staatsbahnen umfafste im Jahre 1923 5030 Lokomotiven, 22 Triebwagen, 8592 Personenwagen, 2619 Gepäck- und Postwagen und 118471 Güterwagen. Die früheren Breitspurlinien sind alle auf Regelspur umgebaut bzw. besitzen eine dritte Schiene. Recht unerwünscht ist aber noch die grofse Verschiedenheit des Fahrzeugparks. Auf dem ehemals österreichischen Gebiet laufen etwa 100 verschiedene Lokomotivgattungen; nur ganz wenige davon wurden nachgebaut. Der überwiegende Teil der Lokomotiven stammt von den früheren Preufsischen Staatsbahnen, nicht nur in den abgetretenen Gebieten, sondern auch im früheren russischen Gebiet. Die breitspurigen, russischen Lokomotiven sind teilweise auf Regelspur umgebaut.

Die Bahnverwaltung ging rasch daran, eigene Bauarten zu schaffen. Die 1 E-h 2 Güterzuglokomotive von Schwartzkopff und die 2 C-h 2 Schnellzuglokomotive der Hanomag sind schon früher beschrieben worden**). Nun sind in Polen selbst drei Lokomotivfabriken gegründet worden. Die erste in Chrzanow bei Krakau wurde unter Beteiligung der Maschinenfabrik der Staatseisenbahngesellschaft in Wien geschaffen. Eine zweite entstand fast gleichzeitig in Warschau und eine dritte bei Posen.

In Chrzanow, das jetzt monatlich sechs bis acht schwere Lokomotiven liefern kann, ist als erste rein polnische Bauart die 1 D-h 2 Lokomotive, Type Tr 21 in 54 Stück gebaut worden.

Der Kessel besteht aus drei Schüssen mit 1800 mm gröfstem Durchmesser. Die Rahmenplatten sind 28 mm stark. Die vordere Adamsachse hat jederseits 55 mm Ausschlag; der Rahmen ist hierfür besonders ausgeschnitten. Bei der ersten Lieferung erhielt die letzte Kuppelachse jederseits 20 mm Seitenspiel; da aber bei den Polnischen Bahnen die geraden Strecken weitaus überwiegen, wurde die Achse später festgelagert und damit der feste Achsstand von 3060 bis 5060 mm vergröfsert. Das Triebwerk nähert sich im Gegensatz zu dem österreichischen Kessel mehr der preufsischen Ausführung; Raddurchmesser und Kreuzkopf sind übernommen; dagegen sind die Köpfe der Kuppelstangen ohne Nachstellkeile ausgeführt. Von der Ausrüstung ist zu erwähnen die Luftdruckbremse von Knorr und die Handsandstreuvorrichtung, die Sand vor die erste und dritte Kuppelachse wirft. Sechs Lokomotiven erhielten Knorr-Vorwärmer. Mit einer grofsen Nachbestellung in Belgien sind nunmehr 190 derartige Lokomotiven im Dienst.

Von der 2 D-Lokomotive, Gattung OS 24, sind 80 Stück in Chrzanow im Bau. Sie lehnt sich ziemlich stark an die 2 D-Lokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen*) an. Der Kessel ist hoch gelegt, so dafs der Stehkessel über die Kuppelachsen zu liegen kam. Er besitzt kupferne Feuerbüchse und nach russischem Vorbild an der Decke des Langkessels ein Mannloch. Der Rahmen besteht wie bei der 1 D-Lokomotive aus 28 mm starken Blechen. Die Tragfedern des Drehgestells und der beiden vorderen Kuppelachsen liegen über, die der rückwärtigen Kuppelachsen unter den Achslagern. Die zwei vorderen und hinteren Kuppelachsen sind je durch Ausgleichhebel verbunden. Das Drehgestell mit Rückstellfedern hat beiderseits 35 mm Ausschlag, die letzte Kuppelachse 26 mm Seitenverschiebung, die Spurkränze der zweiten Kuppelachse, die zur Treibachse ist, sind um 8 mm verschwächt. Die Treib- und Kuppelzapfen sind aus Chromnickelstahl, die Stangen besitzen nachstellbare Lager. Der Durchmesser der Kolbenschieber beträgt 320 mm, dafs sich auch bei kleinen Füllungen und grofsen Geschwindigkeiten grofse Ein- und Ausströmquerschnitte und damit geringe Drosselung ergeben. Einige Lokomotiven haben versuchsweise Lentz-Ventilsteuerung mit liegenden Ventilen erhalten. Die Lokomotiven besitzen Knorr-Bremse und Sandstreuer für Hand- und Druckluftbetrieb, durch den bei Vorwärtsfahrt die Räder der drei vorderen Kuppelachsen, bei Rückwärtsfahrt diejenigen der zweiten Kuppelachse besandet werden; einige Lokomotiven haben versuchsweise Luno-Vorwärmer erhalten. Der Tender ruht auf vier Achsen in einem Rahmen; die beiden mittleren Achsen haben jederseits 8 mm

Die Hauptabmessungen der beiden Lokomotiven sind im folgenden zusammengestellt:

	1 D-h 2 Güterzug-lokom.	2 D-h 2 Schnellzug-lokomotive
Kesselüberdruck	13	14 at
Zylinderdurchmesser	615	615 mm
Kolbenhub	660	650 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3040	3255 „
Feuerbüchse: Länge und Weite	—	2794 × 1630 „
Heizrohre: Anzahl	178	161
„ Durchmesser	45/50	45/50 mm
Rauchrohre: Anzahl	26	32
„ Durchmesser	125/133	125/133 mm
Rohrlänge	4915	5200 „
Heizfläche der Feuerbüchse	15,7 **)	16,10 ***) m²
„ „ Rohre	193,6	183,69 „
„ des Überhitzers	58,5	75,50 „
„ — im ganzen — H	267,8	275,29 „
Rostfläche R	4,12	4,35 „
Durchmesser der Treibräder	1350	1750 mm
„ „ Laufräder	1000	1000 „
„ „ Tenderräder	1034	1000 „
Fester Achsstand	5060	3700 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	7620	9540 „
Reibungsgewicht G_1	64,0	63,2 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	78,0	90,0 „
Leergewicht „ „	72,0	82,4 „
Dienstgewicht des Tenders	40,0	57,0 „
Leergewicht „ „	—	22,38 „
Achsstand „ „	3200	4800 mm
Vorrat an Wasser	16,0	27,0 m³
„ „ Brennstoff	7,0	9,3 t
H : R	65	61,8
H : G	3,45	3,07 m²
H : G_1	4,2	4,37 „

*) Organ 1925, S. 414 und 1919, S. 95.

**) Wasserberührt.

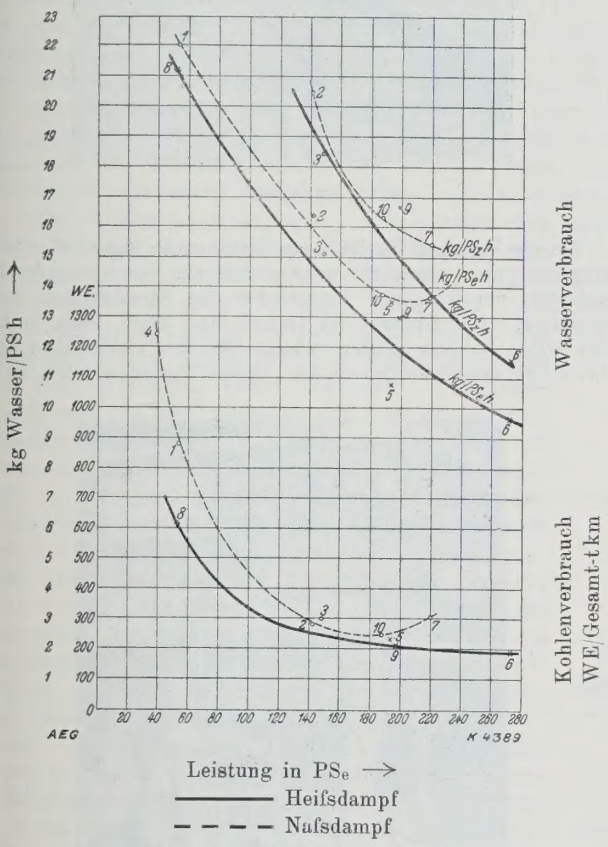
***) Feuerberührt.

(Die Lokomotive 1925, Heft 5 und 1926, Heft 8.)

Vergleichsfahrten von Heifsdampf- und Nafsdampflokomotiven bei Neben- und Kleinbahnen.

Anläfslich der Lieferung dreier C-Heifsdampftenderlokomotiven durch die AEG liefs die Osthavelländische Kreisbahn in

it diesen und den bereits vorhandenen Nafsdampflokomotiven ergleichsfahrten anstellen. Der Wasserverbrauch wurde durch efslatte, der Kohlenverbrauch mittels Körben gemessen. Da ein efswagen nicht zur Verfügung stand, mufste zur Bestimmung der fektiven Maschinenleistung und der Leistung am Zughaken der ahrwiderstand nach Strahl berechnet bzw. geschätzt werden. ntsprechend den gegebenen Streckenverhältnissen wurden einhliefslich Krümmung und Steigung für die Lokomotive 11 kg/t nd die Wagen 4,5 kg/t Widerstand eingesetzt. Die Verschiebeistungen waren nach Angabe der Kreisbahn als Zuschlag zu den ufkilometern festgelegt, so dafs hierfür kein Kohlen- und Wasserrbrauch abzuziehen war. Dagegen wurde der Kohlenverbrauch r Aufenthalte nach den Erfahrungswerten berücksichtigt, die . Ing. Müller-Elberfeld in der Verkehrstechnischen Woche 1925, eft 18, Seite 236 mitteilt. Darnach werden Aufenthalte unter



Leistung in PS_e →
——— Heifsdampf
– – – – Nafsdampf

Verbrauchszahlen für Kohlen und Wasser.

Minuten nicht berücksichtigt, weil der in dieser Zeit erzeugte ampf beim Anfahren wieder verwendet wird. Für Aufenthalte von Minuten und darüber wird mit einem Verbrauch von 0,5 kg Kohle m^2 Rost und Minute gerechnet. (Siehe auch Organ 1924, Heft 1, ite 22.) Ein Wasserverbrauch während der Haltezeit besteht cht, abgesehen vom Abblasen der Ventile, über das jedoch keine ngaben zur Verfügung stehen.

Die Fahrten fanden alle auf den von Nauen nach Brandenburg bzw. Ketzin führenden Strecken statt, allerdings waren die Fahrlängen verschieden. Der Einflufs des Windes dürfte durch die Ausdehnung der Messungen auf Hin- und Rückfahrt ausgeglichen sein.

Einen grofsen Mangel weist die Versuchsreihe insofern auf, als den Heifsdampflokomotiven gleicher Bauart durchweg leichtere Nafsdampflokomotiven gegenüberstanden und zu den sechs Nafsdampffahrten fünf verschiedene C-Lokomotiven verwendet wurden; aus diesem Grunde ist die Anwendung gleichartiger Versuchsergebnisse der Nafsdampflokomotiven in einer Kurve nur überschlägig zu bewerten.

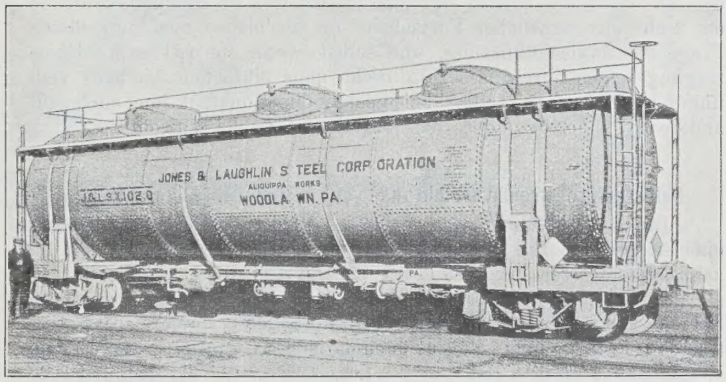
Die Hauptergebnisse der Probefahrten sind in nebenstehendem Diagramm — abhängig von der effektiven Maschinenleistung bzw. der Leistung am Zughaken — zusammengetragen. Die Ziffern geben die Versuchsnummern an.

Trotz aller Mängel läfst sich die Tatsache feststellen, dafs der Kohlen- und Wasserverbrauch der Heifsdampflokomotiven in allen Belastungsfällen geringer als bei Nafsdampflokomotiven ist. Die Kurven für Nafsdampf würden sich bei gleichstarken Lokomotiven den Heifsdampfkurven mehr anschmiegen, doch ist es eine Eigenschaft überhitzten Dampfes, dafs der Wasser- und Kohlenverbrauch über einen gröfseren Leistungsbereich günstigere Werte zeigt. Die Quelle folgert aus den Versuchen, dafs es auch für Klein- und Nebenbahnen richtig ist, Heifsdampflokomotiven an Stelle von Nafsdampflokomotiven zu verwenden.

Nähere Einzelheiten finden sich in den AEG-Mitteilungen 1926, Heft 6. G. H.

Kesselwagen für Steinkohlenteer.

Die Standard-Kesselwagengesellschaft in den Vereinigten Staaten hat kürzlich einen Teerwagen für 75,7 cbm Inhalt erbaut (siehe Abb.). Drei Dome erleichtern das Füllen; aufser den üblichen Abfüllschiebern im Innern befinden sich aufsen noch zwei Ventile zum Entleeren. Der Kessel selbst ist 12,9 m lang und mifst 2,73 m im Durchmesser, das Untergestell 14 m zwischen den Kopfstücken; der Drehzapfenabstand der Drehgestelle beträgt 10,15 m und die Wandstärke der



Steinkohlenteerwagen mit 90 t Tragfähigkeit und 40 t Leergewicht.

Kesselbleche 14 mm. Der Kessel besitzt eine Heizschlange aus 2"-Rohren. Das Leergewicht beträgt 40000 kg bei einer Tragfähigkeit von 90000 kg.

(Railw. Age, 1. Hälfte 1926, Nr. 25.) Bttgr.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Optische Signalübertragung.

Unter diesem Titel findet sich in Nr. 42 des Jahrganges 1926 r Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen ein achtenswerter Beitrag zu der heute viel erörterten Frage r Zugbeeinflussungseinrichtungen. Der Verfasser, Reichsbahnrat . Ing. Bäseler-München, bespricht zunächst die wichtigsten sher vorgeschlagenen Übertragungsarten, wobei er ausführt, dafs s Wünschenswerte und Mögliche bisher noch nicht erreicht wurde. ährend mechanische und kontakt-elektrische Einrichtungen vor em an der Profilfrage kranken, bieten magnetische und fernktrische Übertragungsarten bei grofsem Apparateaufwand längs r Strecke geringe Betriebssicherheit. Überdies genügt es nicht, den Zug an einer Stelle zu überwachen, da die Notwendigkeit, einen in voller Fahrt befindlichen Zug bis zum Hauptsignal unbedingt stellen zu können, hinsichtlich der Wahl des Beeinflussungsorts im Widerspruch mit der Forderung steht, eine zwischen Übertragungsstelle und Hauptsignal irrtümlich vorkommende Bremslösung und damit erneute Gefahr des Signalüberfahrens auszuschliefsen.

Dr. Bäseler schlägt nun eine an mehreren Stellen zwischen Vor- und Hauptsignal anzuordnende, optisch wirkende Kontrolleinrichtung vor. Am vorderen Teil der Lokomotive (also vor Rauchschwaden geschützt) wird ein senkrecht nach oben leuchtender kleiner Scheinwerfer und rings um ihn eine Reihe von Selenzellen angebracht, die bei entsprechend starker Beleuchtung leitend werden

und dann mit Hilfe von Verstärkerröhren die Notbremse auslösen. Über den lichtempfindlichen Zellen bewegt sich eine vom Geschwindigkeitsmesser gesteuerte Scheibe, die die Zellen mit abnehmender Geschwindigkeit der Reihe nach überdeckt. Zwischen Vor- und Hauptsignal befinden sich längs der Strecke eine Reihe von „Raum"-spiegeln (Bauart Zeiss), die bei offenem Signal bedeckt sind, sonst aber vermöge ihrer besonderen Einrichtung das vom Scheinwerfer erzeugte Licht in die ihnen zugeordnete Selenzelle werfen, wobei nur ihre Winkelstellung in der Horizontalebene, nicht aber Verschiebungen in anderen Richtungen von Einfluſs sind. Passiert der Zug eine Übertragungsstelle mit einer entsprechend der Haltstellung des herannahenden Hauptsignals unzulässig hohen Geschwindigkeit, so ist die entsprechende Selenzelle noch offen und die Schnellbremse wird ausgelöst. Selbst wenn noch kurz vor dem „Halt" gebietenden Signal wider Erwarten die Betriebsbremsung aufgehoben und die Geschwindigkeit wieder erhöht wird, so tritt beim letzten, der Geschwindigkeit 0 km/Std. zugeordneten Spiegel noch genügend früh die Notbremsung ein. Von besonderem Vorteil ist es, daſs die einzelnen Spiegel voneinander unabhängig arbeiten und hierdurch die Sicherheit der Wirkung gewissermaſsen potenziert wird. Schädliche Nebeneinflüsse, wie Sonnenlicht, Nebel, Schnee oder Staub werden durch geeignete Vorkehrungen weitgehend ausgeschaltet. Dagegen soll nicht unerwähnt bleiben, daſs auch von Dr. Bäseler selbst die bei hohen Geschwindigkeiten aufserordentlich kurze Belichtungszeit der Selenzellen von etwa $^1/_{100}$ Sekunde als Schwierigkeit gebucht wird, wobei noch hinzukommt, daſs es zur Vermeidung unbeabsichtigter Auslösungen notwendig sein dürfte, den von einer für einen Augenblick unter dem Einfluſs des Scheinwerfers stehenden Selenzelle geführten Strom wesentlich höher zu halten als denjenigen, der dem Widerstand aller parallel geschalteten Zellen entspricht, wenn diese unter dem Einfluſs des gewöhnlichen Tageslichts stehen. Vielleicht gelingt es jedoch dem Einfluſs des letzteren zu begegnen, etwa durch Ersatzwiderstände, die die Widerstandszunahme der durch Abdeckung völlig verdunkelten Zellen ausgleichen und abhängig von der Deckscheibe eingeschaltet werden.

Jedenfalls ist aber der von Dr. Bäseler eingeschlagene Weg der an mehreren Stellen durchgeführten Geschwindigkeitskontrolle ein nicht unwesentlicher Fortschritt in der bisher noch ungelösten Frage der Zugbeeinflussung, und selbst, wenn die optische Übertragung wegen ihres immerhin nicht ganz einfachen Aufbaus sich ungünstig erweisen sollte, bei geeigneter Konstruktion auch auf andere Systeme, besonders das kontaktelektrische, anwendbar.

v. G.

Selbsttätige Bremsvorrichtung von Miller für Lokomotiven.

In der Zeitschrift Railway Age, 1926, S. 1257 und 1258 ist eine selbsttätige Bremsvorrichtung von Miller beschrieben, die an zehn Lokomotiven der New York Central-Eisenbahn angebracht ist. Die Einrichtung besteht aus einem Sender A neben der rechten Schiene des Gleises (Abb. 1), einem Empfänger B an der Lokomotive (Abb. 2) und einem elektro-pneumatischen Ventil C über dem Empfänger B an dem Rahmen der Lokomotive. Sie ist im April 1926 in Betrieb genommen worden.

Der Sender A liegt in geringem Abstand neben der Schiene (Abb. 1) und ist gleich hoch mit Schienenoberkante, er kommt nicht in Berührung mit dem Schneepflug usw., er berührt auch nicht die unten hängenden Teile der Lokomotive. Der Empfänger B hängt an zwei Flacheisen am rechten Rahmen der Lokomotive und zwar so, daſs er genau über den Sender A hinwegstreicht auch bei seitlichen und senkrechten Bewegungen der Maschine. Er wird durch nichts im Gleis gestört, da er nicht über die weitesten seitlichen Teile der Maschine hinwegreicht. Bei einer dritten Zuleitungsschiene für den elektrischen Betrieb ist eine Berührung derselben durch den Empfänger nicht möglich. In seiner Höhe ist B so angebracht, daſs seine magnetische Kraft den Sender A erreicht.

Die Wirkungsweise ist folgende. Im Sender A sitzen zwei Spulen in einem Magneten, der Strom von einer Stromquelle erhält. Über A bewegt sich der Empfänger B, der ebenfalls aus zwei Spul und einem Magneten besteht. Sowie A über B hinweggeht, entsteh durch Induktion Stromstöſse von A aus in B, die ein elekt pneumatisches Ventil C am Rahmen der Lokomotive öffnen, daſs Bremsen des Zuges anzieht. Die Anziehung wirkt stoſsweise, schneller die Lokomotive fährt, um so gröſser ist die Induktio wirkung.

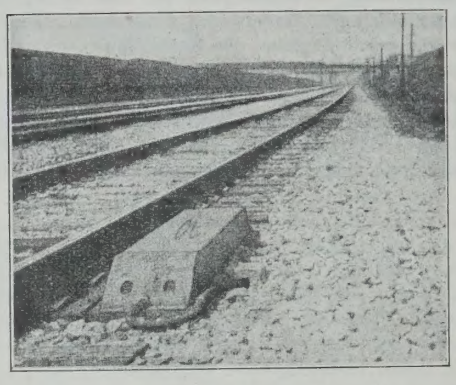


Abb. 1.

Für die Streckenteile ist keine Batterie oder irgend eine örtli Kraftquelle erforderlich, sie werden vielmehr mit Strom durch Signalrelais versorgt und wiederholen die Signalzeichen auf Lokomotive. Der Apparat ist einfach und klein, stört in kei Weise selbst bei der dritten Schiene für den elektrischen Bet nicht; er liegt innerhalb der von der Lokomotive hervorstehenden T

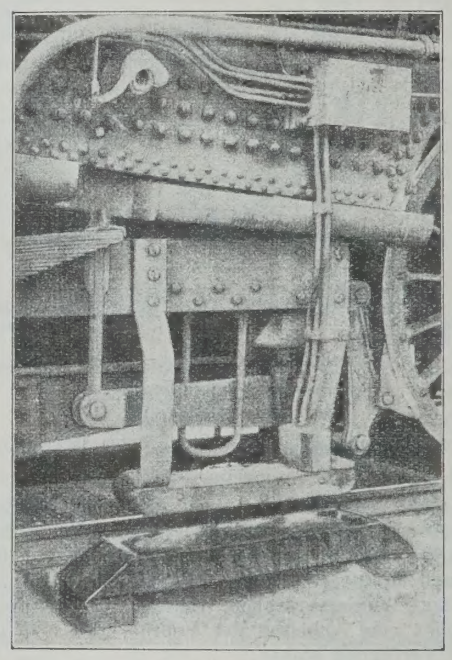


Abb. 2.

Bei den Versuchen, die die Reichsbahnverwaltung neuer macht, um die Signalzeichen auf die Lokomotive des fahrenden Z zu übertragen und die Bremsen zu beeinflussen, verdient d einfache Apparat Beachtung, da er ohne Streckenanschläge arb

F.

Verschiedenes.

Studiengesellschaft für Rangiertechnik.

Zur Erforschung aller Fragen, die die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Rangierbahnhöfe betreffen, ist eine aus Vertretern der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, der Eisenbahnwissenschaft und der einschlägigen Eisenbahnindustrie gebildete Studiengesellschaft für Rangiertechnik mit dem Sitze in Berlin gegründet worden.

Die Gesellschaft ist aus fünf Vertretern der Deutschen R bahn-Gesellschaft, fünf Vertretern der Eisenbahnwissenschaft Vertretern der Eisenbahnindustrie zusammengesetzt.

Die Geschäftsstelle der Gesellschaft befindet sich beim E bahnzentralamte in Berlin.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

riftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker**, Nürnberg, unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss**, Dresden.

Jahrgang **28. Februar 1927** **Heft 4**

Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln.

Erfahrungen und Ergebnisse bei der Reichsbahndirektion Elberfeld*).

Von Reichsbahnoberrat **Bach**, Elberfeld.

Hierzu Tafel 10.

altsübersicht: 1. Kran und Kranmaschine. — 2. Der Kran als Drehkran. — 3. Der Kran als Schwenkkran. — 4. Der Zusammenlatz der Joche. — 5. Die Kranmannschaft und ihre Arbeit. — 6. Das Auseinandernehmen der alten Joche. — 7. Der Kran im Vergleich Gleislegemaschinen. — 8. Weitere maschinelle Hilfsmittel. — 9. Zeit- und Wertersparnisse. — 10. Einfluſs auf die Stoffwirtschaft. — 11. Förderung und Hemmung durch den Betrieb

Bei der Jahrhundertfeier der englischen Eisenbahnen (1925) bei dem gleichzeitig damit abgehaltenen Internationalen nbahnkongreſs in London veröffentlichte die englische Firma bert Morris eine Denkschrift über eine »Gleislegemaschine«**), sie nach den Patenten des Oberingenieurs der irischen ofsen Südbahn«, Bretland, gebaut und auf deren Strecken nehrmonatlicher Tätigkeit mit Erfolg erprobt hatte: um e Gleisjoche mit einem Male zu heben oder zu senken, ärts oder rückwärts zu bewegen. Die Veranlassung zum dieser Maschine war die augenfällige Tatsache, wie es in diesbezüglichen Besprechung des »Organ« 1926, Heft 4 den englischen Bahnen***) heiſst, »daſs bei der Arbeit Gleis wenig grundlegende Fortschritte zu verzeichnen sind. Arbeitsgeräte und Arbeitsverfahren haben sich auch Laufe von Jahrzehnten kaum gewandelt. Die Handit beherrscht das Feld nach wie vor fast vollständig.« Dasselbe konnte bis vor wenigen Jahren auch von Deutschen Reichsbahn gesagt werden. In letzter regt es sich aber überall, Änderungen zu treffen zu erproben und die bestehenden Verhältnisse durch prechende Hilfsmittel zu verbessern und zu verbilligen. e der ersten mechanischen Neuerungen waren die lkästen der Reichsbahndirektion Oldenburg†), die Hochstopfen des Kleinschlags in den Hohlraum der nen Querschwellen ersparten, ferner die Gleisstopfschine, die nach den Angaben des Reichsbahnrats Hampke, Altona, ausgeführt wird.

Einen lebhaften Antrieb brachte die Eisenbahnstellung in Seddin, Herbst 1924, auf der die Mannner Maschinenfabrik Mohr und Federhaff für die »Gleisegung mit maschinellen Hilfsmitteln« einen Dampfkran zu dem gleichen Zweck wie die irische Maschine — und n Schotterpflug††) zur Beseitigung der alten Bettung ührte. Kurz hinterher fanden im Bezirk der Reichsbahnktion Nürnberg Versuche statt, nach der Bettungserneuerung langwierige Zusammenrütteln des Kleinschlags, das bisher Betrieb besorgte, durch eine Walze†††) zu ersetzen und beschleunigen. Und schlieſslich seien noch die Kleinlagselbstentladewagen erwähnt, die, in allerletzter erprobt, durch ihre Einrichtung beim Entladen des nschlags Zeit und Kraft sparen.

Alle diese maschinellen Hilfsmittel wurden während der Sommer- und Herbstmonate 1925 und während der ganzen Bauzeit 1926 bei »Gleisumlegung« an verschiedenen Stellen der Reichsbahndirektion Elberfeld, je nach Bedarf einzeln oder zusammen, benutzt und zwar, das sei schon hier gesagt, mit vollem Erfolg. Mögen die folgenden Ausführungen über die dabei gemachten Erfahrungen und erzielten Ergebnisse anregend wirken und dazu beitragen, das neue »Arbeitsverfahren« auszubauen und zu vervollkommnen.

1. Kran und Kranmaschine.

Wie aus Textabb. 1 ersichtlich, ist der Kran bei 10,5 m Auslage für eine Belastung von 3,5 t eingerichtet und dadurch

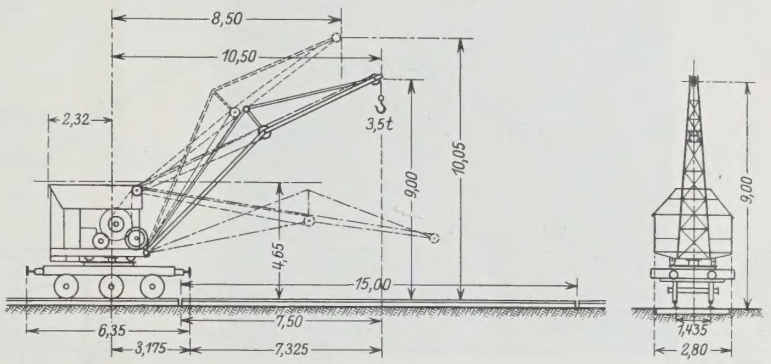


Abb. 1.

imstande, ein aus 15 m-Schienen, eisernen Schwellen und Kleineisenzeug bestehendes Gleisjoch, dessen Gewicht je nach der Oberbauform: S, 15, B/S 49 oder O/S 49 zwischen 3,3 und 3,5 t schwankt, geschlossen zu heben, zu senken oder zu drehen.

Die Kranmaschine ist mit ihrem Kessel, Windwerk, Königsstuhl usw. auf einem Kranwagen aufgebaut, der mit den bei Eisenbahnfahrzeugen vorgeschriebenen Achsen, Federn, Puffern, oder wie die Firma in ihren Druckschriften sagt, »eisenbahnmäſsig« ausgerüstet ist und daher in jeden Zug eingestellt und überall hin verfahren werden kann. Sie hebt oder senkt und dreht nicht nur die Gleisjoche, sondern gibt auch dem Kranwagen eine Eigengeschwindigkeit von rund 5 km/h und gestattet aufserdem noch die Mitnahme von zwei SS-Wagen, zum Be- oder Entladen der Joche, so daſs unter Umständen eine Arbeitslokomotive erspart werden kann.

Nach Vorversuchen in den Bezirken der Reichsbahndirektionen Karlsruhe und Berlin wurden die ersten zusammenhängenden Arbeiten mit dem Kran, wie gesagt, Herbst 1925 bei verschiedenen Gleisumbauten der Reichsbahndirektion Elberfeld durchgeführt, wobei sich zwei verschiedene Arbeitsarten, dem Arbeitsfeld entsprechend, herausbildeten.

*) Zum Aufsatz mit gleicher Überschrift im Organ 1926, Heft 4 die Erfahrungen und Ergebnisse bei der „Irischen Südbahn".

**) „Morris Track-Layers", von Herbert Morris, Ltd., ghborough, England.

***) Siehe auch „Engineering" vom 22. 1. 1926.

†) Siehe auch „Wochenschrift für deutsche Bahnmeister", Jahr- 1924, Heft 15: „Zu den Vorschlägen einer neuen Schienenstigung", von Eisenbahnoberingenieur Helmke, Oldenburg.

††) Siehe: „Verkehrstechnische Woche", Jahrgang 1925, Heft 18, ierungen im Gleisbau", von Reichsbahnrat Dr. Ing. Hans Busse.

†††) Siehe „Organ", Jahrgang 1925, Heft 2: „Gleisumbau auf alzter, statt gestampfter oder unterkrampter, neuer Schotterung", von Reichsbahnoberrat Wöhrl, Nürnberg.

2. Der Kran als Drehkran.

Bei dem Gleisumbau Gevelsberg-Nord—Schwelm-Loh auf der Strecke Hagen—Düsseldorf, Abb. 1, Taf. 10 hatte der Kran freies Kranspiel, d. h. er hob ein altes Joch heraus, drehte es ungehindert um 180° und verlud es auf einen angehängten Wagen. Ohne Zuhilfenahme einer Arbeitslokomotive brachte der Kran diesen Wagen, nachdem er mit sechs bis sieben Jochen vollständig beladen war, zu der aufser Betrieb gesetzten Abzweigung einer nahe gelegenen Blockstelle und holte sich dafür einen leeren Wagen. Umgekehrt erfolgte der Einbau der neuen Joche, die inzwischen mit Hilfe des Krans zusammengebaut waren. (Siehe Abschnitt 5.) Bei dem Voranschreiten

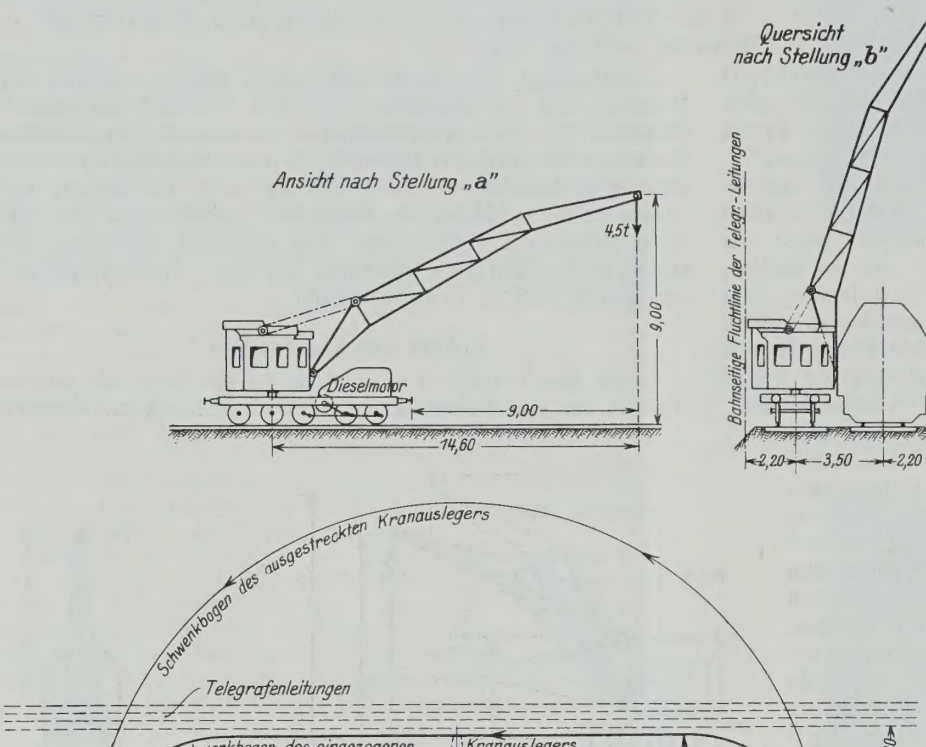


Abb. 2.

des Umbaues mufste eine besondere Arbeitslokomotive das Abholen und Heranbringen der Wagen besorgen, weil die Entfernung zwischen Umbaustelle und Zusammenbauplatz ständig gröfser wurde und infolgedessen durch die geringe Fahrgeschwindigkeit des Krans zu viel Zeit verbraucht worden wäre. Nichtsdestoweniger hat der Kran gezeigt und bewiesen, dafs er unter günstigen Umständen eine Arbeitslokomotive ersetzen kann.

Als nachteilig ist zu bezeichnen, dafs das Kranhäuschen beim Drehen um 180° in die Lichtraumumgrenzung des Nachbargleises kommt. Dieser zweifellos nicht geringe Übelstand machte sich bei der Baustelle in Gevelsberg weniger hindernd bemerkbar, weil es sich um eine verhältnismäfsig nicht stark belegte, vorwiegend für Güterzüge bestimmte Strecke handelte, mit reichlich langen Betriebspausen, so dafs der Kran frei, uneingeschränkt arbeiten und drehen konnte, ohne den Betrieb auf dem Nachbargleis zu stören oder zu gefährden. Da die Strecke sehr übersichtlich war, wurde jeder Zug schon weitem gesichtet, aufserdem wurde er vorher auf einem t baren Streckenfernsprecher gemeldet, so dafs der Kran rechtzeitig in Ruhestellung gebracht werden konnte.

Schliefslich ist noch zu erwähnen, dafs der Kran, w er in scharfen Krümmungen mit starker Überhöhung st wegen der dadurch veranlafsten Schrägstellung durch beson Stützen oder Klauen gegen Kippen beim Drehen gesic werden mufs. Nach Textabb. 1 mufs er, um ungehindert dr zu können, mindestens einen freien Spielraum von 8,5 m ha weil er nur so weit herangezogen werden kann. Der I kann also in engen, tiefen Einschnitten mit steilen Wä oder auf zweigleisigen Strecken beiderseitigem Gestänge nicht dre

Auf Grund dieser Erfahrungen sei hier schon vorweggenommen hervorgehoben, ist daher von ei Kran, der möglichst überall verwen sein soll, wie es in Textabb. 2*) gedeutet ist, zu fordern:

1. Erhöhung der Belastung auf um auch 18 m-Joche bewege können;
2. Verstärkung der Kranmasc um den Kran mit einer gröf angehängten Wagenlast schn als bisher mit eigener Kraft fördern zu können;
3. Innehaltung des Lichtraumes d das Kranhäuschen beim Dr um 180°;
4. Ausschaltung der Kippgefah
5. Einzug des Kranauslegers bis 5,5 m unter gleichzeitiger wegung der Last.

Bei dieser ersten Gleisumle mittels Drehkrans dauerte der Au d. h. Aufheben, Schwenken um und Verladen der alten Joche, Einarbeiten der Kranmannschaft gesamt je 3,5 Minuten, der Einb 6,5 Minuten. Dabei mufs beso hervorgehoben werden, dafs für eisernen Hohlschwellen Schwellenb mittels »Füllkästen« hergestellt w auf die die neuen Joche »aufgest wurden. Da Schwellenteilung un Entfernung der Schwellenbänke u einander genau übereinstimmten wurden sie durch dieses »Aufstü

in keiner Weise beschädigt oder gar umgestofsen. Die mannschaft, die für Aus- und Einbau notwendig war Abschnitt 5), bestand neben dem Kranführer nur aus Mann. Alles in allem genommen, liefs bereits dieser in einigem doch nur unzulänglich vorbereitete Versuch erke was durch Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln er werden kann.

3. Der Kran als Schwenkkran.

Die zweite Arbeitsart, für die der Kran sich am b eignet, ist in den Jahren 1925/26 beim Ausbau an zehn und Einbau an sechs verschiedenen Stellen angewandt worden. A Taf. 10 von der Baustelle Vohwinkel auf der Strecke D dorf—Elberfeld und Abb. 3, Taf. 10 von der Baustelle Heid

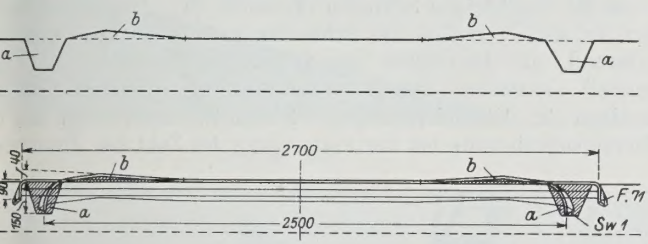
*) Zusammengestellt nach den Entwürfen verschiedener firmen, besonders nach denen der Fürst Stolberg-Hütte, Ilse

**) Siehe: „Arbeiterschutz", Jahrgang 1926, Heft 3: „ sicherheit fahrbarer Auslegerkrane" von Dr. Struwe, Hamb

f der Strecke Hagen-Siegen zeigen das Grundsätzliche dieser rbeitsart. Der Kran braucht zur Be- oder Entladung der che nicht mehr um 180° zu drehen, sondern nur eine kurze hwenkung zwischen Umbau- und Nachbargleis zu machen. nzelheiten gehen ohne weitere Erklärung aus den in den bbildungen angegebenen Arbeitsabschnitten hervor.

Auch hierbei wurden an zwei Baustellen die neuen Joche f vorher fertiggestellte Schwellenbänke ohne Schwierigkeit d ohne sie zu beschädigen in je 6 bis 6,5 Minuten aufgestülpt.

Bei den übrigen vier Baustellen wurde Reichsoberbau S 49 oder O/S 49 auf kurz vorher erneuter Bettung ohne nutzung von Füllkästen in folgender Weise verlegt. Nachdem alten Schwellenbänke der ausgebauten Joche mit Harken geebnet waren, wurden zwei mit der Richtung der Gleisachse ichlaufende, etwa 15 cm tiefe Rillen in 2,5 m Entfernung einander, der Länge der neuen Schwelle entsprechend, hergestellt, damit die Schwellenkrampenenden beim Einbau der uen Joche nicht auf Kleinschlag stofsen oder sich darauf tsetzen konnten (Textabb. 3). Der ausgehobene Kleinschlag rde nach innen neben die Rillen so auf die Bettungsoberfläche worfen, dafs er einen Wulst bildete, der den aufgebauchten den des Schwellenhohlraumes entspricht. Wie bereits erwähnt, r die Bettung wenige Monate vor dem Gleisumbau erneuert rden, war mithin in sich noch nicht fest zusammengerüttelt d sogar durch das Einebnen der alten Schwellenbänke in er obersten Schicht etwas aufgelockert. Als dann beim rstrecken der rund 14 t schwere Kranwagen auf den neu-

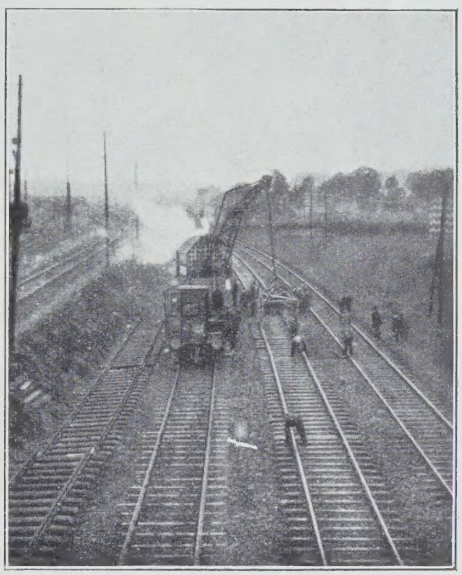


a = Rillen zur Aufnahme der Schwellenkrampen.
b = Wulst aus dem Kleinschlag der Rillen.
Abb. 3.

rlegten Jochen von Stofs zu Stofs vorwärts fuhr, wurden die hwellen durch sein Gewicht ohne Schwierigkeit in die Bettung gepreſst, einmal wegen deren lockeren Gefüges, dann auch gen der freigelegten Rillen, in denen die Krampenenden auf inen Widerstand stiefsen. Dieses Einpressen gleicht einem sten Anstopfen, da genügend und so viel Kleinschlag unter Schwellen, besonders durch den Wulst, unter das Schienenflager kommt, dafs das Nach- und Feststopfen bedeutend eichtert und beschleunigt wird. Infolgedessen kann das neue eisstück sofort nach Zusammenschluſs und Durchrichten der che für den Betrieb, zuerst noch unter Langsamfahrt, wieder igegeben werden, ohne ein Verfahren oder Verdrücken der hienen und Schwellen befürchten zu müssen.

4. Der Zusammenbauplatz der Joche.

Von erheblichem Einfluſs auf den täglichen Fortschritt des eisumbaues sind Gestalt, Gröfse und Lage des Platzes, f dem die Joche zusammengebaut werden. Man mufs darauf hten, dafs ein möglichst langes Krangleis und langstreckte, genügend grofse Freiflächen vorhanden sind. ofse Breite des Arbeitsplatzes ist nicht erforderlich. Vor ginn der Arbeit müssen die ankommenden Schwellen und hienen ordnungsmäfsig, nicht zu eng gestapelt werden, um nachher beim Zusammenbau bequem greifen, ausbreiten d aufeinanderlegen zu können. Wichtig für den Erfolg ist Entfernung zwischen Zusammenbauplatz und Umbaustelle, damit nicht zu lange An- und Abfahrwege der Joche die vorhandenen Betriebspausen, über deren Dauer und Bedeutung für die Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln Abschnitt 11 Aufschluſs gibt, unnütz verkürzen. Daher ist es meist ausgeschlossen, in einem Oberbaustoff-Haupt- oder -Nebenlager die Joche zusammenzusetzen, obwohl die vorhandenen Gleisanlagen und Freiplätze, die meist zahlreichen Ab- und Aufladevorrichtungen besonders vorteilhaft dafür ausgenutzt werden könnten und eigentlich von vornherein darauf hinweisen. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dafs durch die Toleranzen in den Schienenlängen trotz aller Sorgfalt bei der vorhergegangenen Gleisabsteckung und -Versteinung, bei der Berechnung der Jochlängen, bei dem Zusammenbau und Einbau der Joche bisweilen ein Stofs aus dem Winkel kommt. Der Bauaufsichtsbeamte mufs dann sofort Abhilfe schaffen und entweder eine Ausgleichschiene oder erforderlichenfalls ein entsprechendes Joch einbauen können. Da er damit nicht viel Zeit verlieren darf, mufs er den Zusammenbauplatz nahe bei der Hand haben und in der Lage sein, über die dort lagernden Baustoffe und fertigen Joche selbständig, schnell und leicht zu verfügen. Müfste er sie erst bei einem fernerliegenden Oberbaustoff-Haupt- oder -Nebenlager, womöglich unter Beachtung



Vorher zusammengesetzte Joche. Krangleis. Umbaugleis.

Abb. 4. Die Stöfse werden gelöst und freigemacht.

des Dienstweges, anfordern, so könnte er unter Umständen die Betriebspause nicht einhalten und das Umbaugleis nicht rechtzeitig wieder freimelden. Wohl liefse sich dagegen dadurch Vorsorge treffen, dafs stets einige Schienen oder Joche in der Nähe der Umbaustelle lagerten, dies würde aber leicht zu einer Lockerung oder Verzettelung der Stoffwirtschaft führen, auf deren Geschlossenheit unbedingt Wert gelegt werden mufs.

Bei den sechs Gleisumbauten, die bisher im Bezirk der Reichsbahndirektion Elberfeld mit Hilfe des Krans durchgeführt wurden, fand sich stets in unmittelbarer Nähe der Umbaustelle ein günstig gestalteter und gelegener Zusammenbauplatz, der sich auch künftig bei weiteren Baustellen in irgend einer Form finden wird. In Gevelsberg war es eine geräumige Anschüttungsfläche einer stillgelegten Neubaustrecke, auf der die neuen Schienen und Schwellen gestapelt waren, die Joche zusammengesetzt und verladen wurden; in Vohwinkel lagen Schienen und Schwellen bereits längs der Strecke verteilt, als Krangleis diente eine eingleisige, wenig befahrene, mit dem Umbaugleis gleichlaufende Nebenbahnstrecke, als Zusammenbauplatz ein Graben mit beiderseitigen Randwegen (Textabb. 4);

in Heidschott war es ein Überholungsgleis mit breiter Anschüttung, für die spätere Anlage einer Haltestelle vorgesehen; bei den übrigen drei Baustellen standen Ladestrafsen zum Zusammensetzen der Joche, danebenliegende Aufstell- oder Freiladegleise für den Kran zur Verfügung.

Im Gegensatz zu diesen Erfahrungen bei der Deutschen Reichsbahn genügt für die Verhältnisse der Irischen Grofsen Südbahn, die nach »The Railway Year Book«, Ausgabe 1925, insgesamt rund 3960 km im Betrieb hat, davon den überwiegenden Teil mit rund 70 v. H. = 2870 km eingleisig und nur rund 17 v. H. = 670 km zweigleisig, ein einziger Zusammenbauplatz. Er ist 20 × 150 m grofs und wird von einem elektrisch angetriebenen 15 t-Brückenkran, dessen Laufschienen auf etwa 5,5 m hohen Eisenpfosten ruhen, vollkommen bestrichen; sein Zustellungsgleis, in der Mittellängsachse, hat günstigen Anschlufs an die Hauptstrecke.

5. Die Kranmannschaft und ihre Arbeit.

In einer gewissen, fast darf man sagen, mathematischen Abhängigkeit von der Gestalt und Lage des Zusammenbauplatzes

Abb. 5. Rille gezogen.
Stofs-Breitschwellen als Richtpunkte verlegt.

steht die Stärke und Einteilung der Kranmannschaft, die das Zusammensetzen, Stapeln, Verladen und Einlegen der neuen, das Herausnehmen und Verladen der alten Joche auszuführen hat. Ausschlaggebend für die Festsetzung der Kopfzahl ist der Zusammenbau der Joche, wobei zu beachten ist, dafs die Stofs-Breitschwellen nicht mit angebracht, sondern schon vorher auf der Strecke verteilt und verlegt werden. Dies macht die Rotte, die die bereits erwähnten Rillen und Wülste herstellt (Textabb. 5), oder bei Benutzung von Füllkästen die Schwellenbänke stampft. Je genauer diese Verlegung nach der vorhandenen Achsabsteckung und -Versteinung oder dem vorgeschriebenen Abstand vom Nachbargleis, bei Schwellenbänken auch genau in der Höhe durchgeführt wird (Textabb. 6), desto einfacher und schneller geht das Verlegen der neuen Joche vor sich, weil die Stofs-Breitschwellen als Richt- oder Festpunkte dienen, die ein nachträgliches, zeitraubendes Einrichten des neuverlegten Gleisgestänges nahezu unnötig machen.

Die Grundlage für den richtigen Zusammenbau ist ein sorgfältig ausgearbeiteter Zusammenbauplan, wie ihn Abb. 4, Taf. 10 für die Baustelle Heidschott darstellt. Dementsprechend sind auf dem Zusammenbauplatz verschiedene Einzelzusammenbaustellen einzurichten, deren Zahl von dem festgesetzten, täglichen Baufortschritt und der Gestalt der Gleisachse abhä d. h. wieviel Joche täglich fertigzustellen und an die Umb stelle zu schaffen und wieviel Joche als Regeljoche oder Spurerweiterung und Ausgleichschienen zusammenzubauen s je nach den Graden und Krümmungen der Strecke.

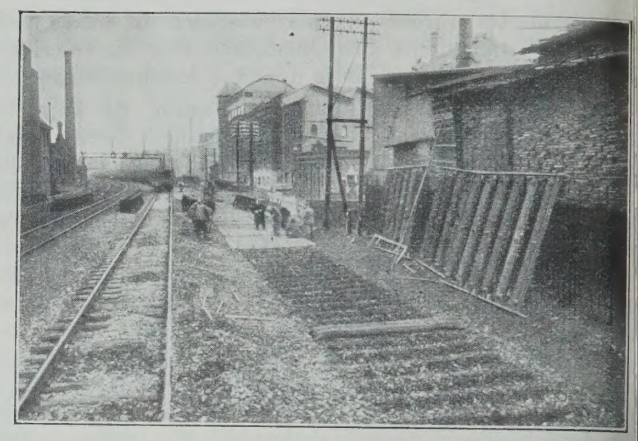


Abb. 6. Fertige Schwellenbänke.
Stofs-Breitschwellen in der Höhe genau verlegt.

Zu jeder dieser Zusammenbaustellen bringt der K zuerst in einem Bündel sämtliche Mittelschwellen (Textabb. dann die zugehörigen Schienen (Textabb. 8). Das Auseinand breiten und Verteilen der Schwellen auf den vorgeschriebe Abstand, das Einrichten der aufgelegten Schienen geht s schnell vonstatten, zeitraubender ist das Einsetzen und festigen des Kleineisenzeuges. Diesen Zeitunterschied hat Bauaufsichtsbeamte bei der Festsetzung der Zahl der Zusamm

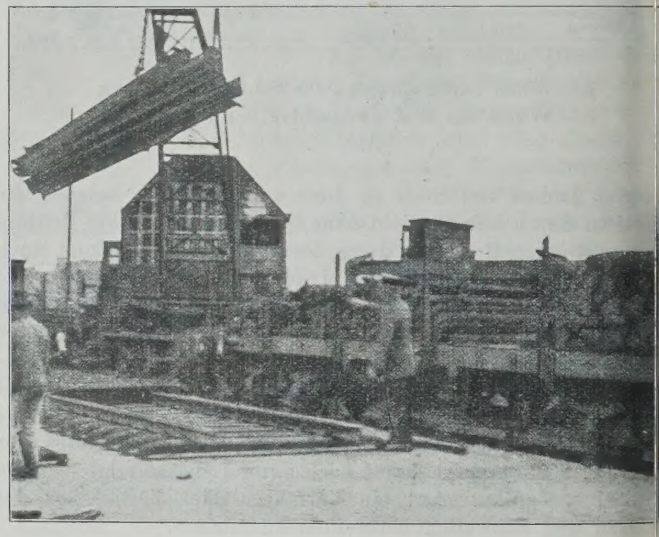


Abb. 7.

baustellen zu beachten, denn der Kran bringt, wie jede Maschi nur dann wirtschaftliche Vorteile, wenn er ständig in Arb bleibt. Während auf der ersten Stelle das erste Joch fer zusammengesetzt und -geschraubt wird, mufs er zu ei zweiten, dritten usw. Stelle Schwellen und Schienen bring um dann mit der Bedienung der ersten wieder anzufang Von Einflufs auf diese Reihen-, oder besser gesagt, Umla arbeit ist die Lage der Hauptstapel zum Krangleis und il Entfernung von den Zusammenbaustellen, mit anderen Worte ob die Stoffe sich bequem oder unbequem greifen lassen, ihr Heranbringen kurze oder lange Kranfahrten nötig mac

Weiter ist für die richtige Bemessung der Gesamtstärke r Kranmannschaft die Arbeit beim Ausbau der alten und im Einbau der neuen Joche von Bedeutung.

Der Ausbau setzt sich aus folgenden Einzelvorgängen sammen:

Freimachen der Schienenenden am Stofse bei Breitschwellen (siehe Textabb. 4);

Befestigen des Kranseils mittels eines besonderen Rahmens am Joch;

Anbringen besonderer Führungsseile in den Laschenlöchern, um zu starkes Hin- und Herschwanken des Joches beim Anheben Schwenken und Niederlassen einzuschränken;

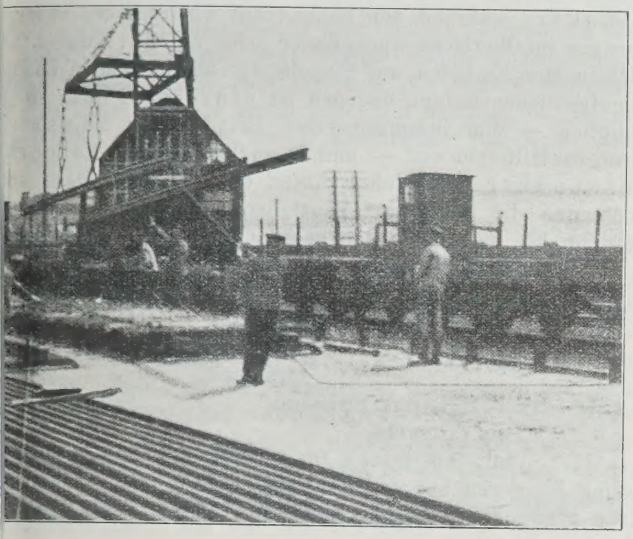


Abb. 8.

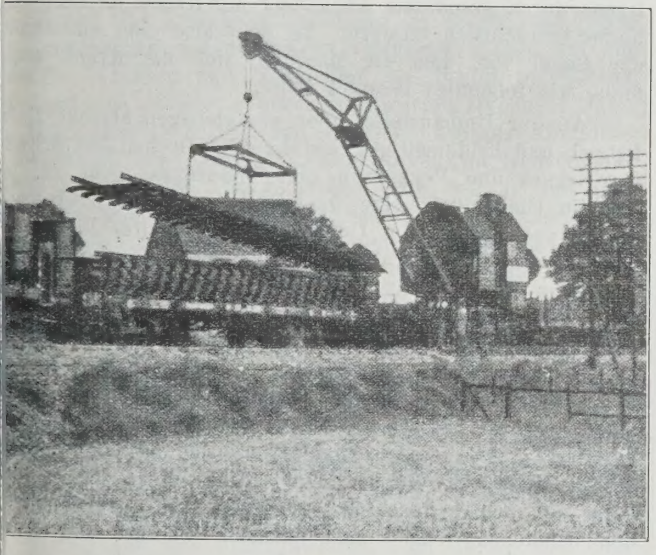


Abb. 9.

Vorwärtstragen der liegenbleibenden Breitschwellen auf das nächste anzuhebende Joch;

Verladen aller liegengebliebenen oder abgefallenen Laschen, Klemmplatten, Schrauben usw.;

Stapeln der ausgebauten Joche nach Vorschrift auf die bereitgestellten SS-Wagen.

Der Einbau eines Joches, besonders beim Aufstülpen chwellenbänken besteht aus:

Befestigen des Rahmens (nicht genau über Jochmitte, sondern etwas seitwärts davon, so dafs das hochgehobene Joch leicht nach einem Ende hin geneigt hängt, Textabb. 9);

Anbringen von Führungsseilen in den Laschenlöchern, aus dem gleichen Grunde wie beim Ausbau, Abheben, Schwenken und teilweises Ablassen;

Anstofsen des nach unten geneigten Endes an den vorhandenen Stofs (siehe Textabb. 21);

Loses Anlaschen an diesem Stofs (Textabb. 10);

Aufstellen zweier Brechstangen in die inneren Hakenschraubenlöcher der vorderen Stofsbreitschwelle;

Langsames Absenken des freien Jochendes zwischen den beiden Brechstangen (Textabb. 11);

Einrichten des ganzen, noch teilweise schwebenden Joches;

Fallenlassen mit kurzem Ruck.

Abb. 10.

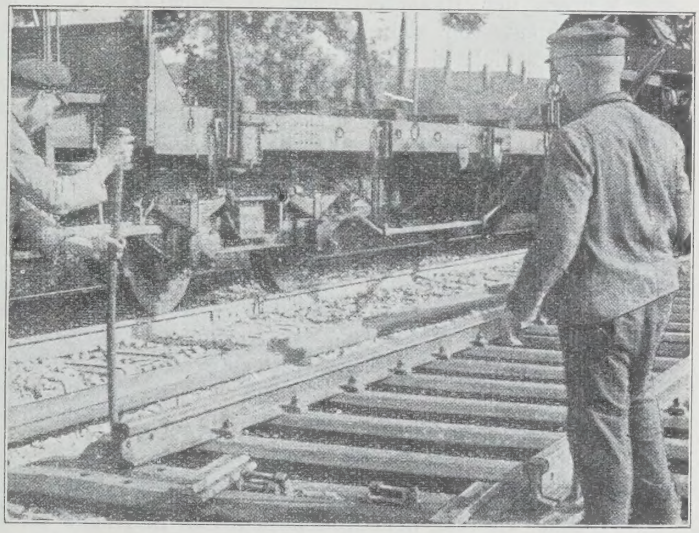


Abb. 11.

Es hat sich gezeigt, dafs für den Ausbau acht bis zehn Mann, für den Einbau sogar nur sechs bis acht Mann erforderlich sind. Während dieser Arbeiten auf der Strecke darf die Arbeit auf dem Zusammenbauplatz nicht ruhen; bereits ausgelegte Schwellen und Schienen müssen fertig zusammengesetzt, Schwellenabstände nachgerichtet, Schrauben fest angezogen, u. a. mehr besorgt werden. Unter Beachtung all dieser Einzelheiten setzt sich nach den bisher gemachten Erfahrungen eine Kranmannschaft am vorteilhaftesten aus einem Kranführer und einem Vorarbeiter nebst 15 Mann zusammen.

Was im einzelnen insgesamt eine Kranmannschaft von dieser

Stärke leisten kann, zeigen Abb. 5 und 6, Taf. 10, gewissermafsen der »Fahrplan« und der »Arbeitsplan« des Kranes. Besondere Achtung und Beachtung verdient dabei die Höchsttagesleistung von 189 t, nicht nur wegen der kurzen Arbeitszeit Mitte November, sondern auch im Vergleich mit den Leistungen eines Lagerkrans im Oberbaustoffhauptlager, dessen Tagesdurchschnitt während des Sommers auf ebenem Gelände, aufserhalb jedes störenden Betriebes 240 t sind. Sie war nur möglich, weil der Kran den Zusammenbauplatz bequem bestreichen und die Umbaustelle ohne lange Streckenfahrt erreichen konnte.

Für eine eingearbeitete Kranmannschaft haben sich als Zeitfestwerte herausgestellt, dafs

$$1\text{ m Gleis in }\frac{49\text{ Minuten}}{1\text{ Mann}}\text{ zusammengesetzt,}$$

dafs ferner

1 Joch in 2 bis 2,5 Minuten ausgebaut und verladen,
1 Joch in 1,5 bis 2 Minuten abgeladen und auf den Randweg abgelegt,
1 Joch in 4 bis 4,5 Minuten vom Randweg oder vom Bauzug abgenommen, verlegt und verlascht,
1 Joch in 5,5 bis 6 Minuten auf Schwellenbänke aufgestülpt und verlascht wird.

6. Das Auseinandernehmen der alten Joche.

In diesem Zusammenhang sei auf die Weiterbehandlung der alten Joche hingewiesen. Möglichst in geschlossenem Bauzug werden sie von der Strecke zum Oberbaustoffhauptlager geschickt. Soweit es hier die Länge der vorhandenen Gleise zuläfst, werden die Wagen hintereinander so aufgestellt, dafs Reihenarbeit möglich wird. Dabei geht eine Kolonne von vier Mann von Wagen zu Wagen und behandelt auf jedem das oberste Joch. Sie löst und entfernt zuerst das Kleineisenzeug, das dabei auf den Boden des Wagens fällt, indem sie die Muttern der Hakenschrauben so schnell und so einfach als möglich entweder abdreht*), abmeifselt oder abtrennt, dann kantet und schiebt sie die freigewordenen Schienen zur Mitte hin. Dieser ersten Kolonne folgt eine zweite, die nicht nur diese umgekanteten Schienen mittels eines Lagerkrans auf bereitstehende SS-Wagen sachgemäfs verlädt, sondern die jetzt frei- und obenauf liegenden Schwellen in wiederverwendbare und zum Schrott gehörige sondert und mit demselben Kran getrennt auf entsprechende Wagen bringt. Sind auf diese Weise alle Joche auseinandergenommen, deren Schienen und Schwellen beseitigt, verladen oder gestapelt, wird sämtliches auf dem Boden des Wagens liegendes Kleineisenzeug ebenfalls gleich an Ort und Stelle gesondert, gebündelt und gestapelt. Ein derartiges vollkommenes Zerlegen eines Joches einschliefslich Einbringen des vorhandenen Schrotts in entsprechende Bansen ist als Gedingearbeit durchgeführt und dabei mit 30 Minuten für 1 m Gleis bewertet worden.

7. Der Kran im Vergleich zu Gleislegemaschinen.

Genau wie bei der Grofsen Südbahn in Irland sind in letzter Zeit auch bei der Deutschen Reichsbahn Gleislegemaschinen gebaut worden — und werden z. Z. noch von den Reichsbahndirektionen München, Essen, Kassel erprobt — mit dem Bestreben, ohne Überschreitung der Umgrenzung des lichten Raumes ganze Joche mit einem Male herausnehmen und wieder einlegen zu können. Bei allen bisherigen Ausführungen, die sämtlich der im »Organ« beschriebenen mehr oder minder ähnlich sind, befördert eine Art Schwebebahn, auf einem Sonderwagen aufgebaut, die Joche entweder von der Umbaustelle zu einem angehängten SS-Wagen und legt sie dort nieder, oder umgekehrt hebt sie dort ab und fährt sie r[illegible] vorn. Ohne Frage besitzt eine derartige Gleislegemasch[ine] durch die erreichte Innehaltung der Umgrenzung des lich[ten] Raumes, die also den Betrieb neben dem Umbaugleis w[eder] behindert noch gefährdet, einen grofsen Vorsprung gegen[über] jedem Kran, der stets nur bedingt, in Tunneln, auf Strec[ken] mit elektrischer Zugförderung wegen der Gestänge und Leitu[ngs]drähte aber gar nicht brauchbar ist. Diese betriebl[iche] Einschränkung des Kranes wird aufgewogen durch seine v[iel]schaftlichen Vorzüge, die er gegenüber jeder Gleislegemasc[hine] hat. Er ist vielseitig, denn er baut, setzt zusammen, sta[pelt], beladet, entladet, nimmt unter Umständen auch auseina[nder] und ist das ganze Jahr hindurch unbeschränkt v[er]wendbar, während der Bauzeit auf der Strecke, zuvor [und] darnach im Oberbaustoffhauptlager oder auf den Zusammen[setz]plätzen zum Entladen und Stapeln der ankommenden Baust[offe]. Die Gleislegemaschine dagegen ist einseitig, denn sie [ist] lediglich — zum Zusammensetzen, Beladen usw. mufs sie e[inen] Kran zur Hilfe nehmen — und ist auch zeitlich beschränk[t] verwendbar, lediglich während der Bauzeit. Dazu ko[mmt] noch, dafs die Zahl ihrer Baustellen, auf denen sie das Ü[ber]gewicht hat und nur sie gebraucht werden kann, das

eingleisige Strecken mit tiefen Einschnitten,
» » » beiderseitigem Gestänge,
» » » Tunneln,
» » » Ausrüstung für elektrische [Zug]förderung,

oder zweigleisige Strecken
mit Tunneln,
mit Ausrüstung für elektrische Zugförderung,

gering ist gegenüber der Zahl der Baustellen, auf denen [der] Kran verwendbar ist, das sind alle übrigen ein- und m[ehr]gleisigen Strecken.

Aufserdem läfst sich die betriebliche Einschränkung [des] Krans durch geschickte Anpassung der Arbeit an seine Ei[gen]heiten beträchtlich mildern. Es liegt also eine Ausnahme [von] der Regel vor, dafs die Maschine sich der Arbeit anpa[ssen] mufs, wie folgendes Beispiel zeigt:

An der Umbaustelle einer zweigleisigen Strecke liefs [der] Betrieb und beiderseitiges Gestänge ein Drehen und Schwe[nken] des Kranes und Verkehren eines Bauzuges nicht zu, je[doch] war im Umbaugleis eine genügend lange Betriebspause [ver]fügbar und neben dem Umbaugleis ein breiter Randweg [vor]handen. In diesem Falle baute der Kran das vorderste [Joch] aus, fuhr damit sechs Jochlängen zurück und legte es [rück]wärts ab, fuhr leer wieder vor, holte und legte in glei[cher] Weise das zweite Joch ab und so fort, bis eine Wagenlad[ung] — in diesem Falle sechs Joche — aufgestapelt war. I[n] benutzte der Kran eine Betriebspause im Nachbargleis, dr[ehte] ohne Last mit eingezogenem Ausleger um 180° und ver[lud] darauf die vorher einzeln abgelegten Joche auf einen inzwis[chen] bereitgestellten SS-Wagen. Während er zurückdrehte und [das] Spiel von neuem durchführte, brachte eine Arbeitslokomo[tive] den beladenen Wagen zum nächsten Bahnhof und von [dort] einen leeren zur Baustelle. Dieses »Kranspiel« verzög[erte] wohl den Ausbau etwas, machte es aber möglich, dafs [der] Betrieb in keiner Weise behindert oder beeinträchtigt w[urde] und zeigte, dafs der vorhandene Kran trotz seiner Un[voll]kommenheit, wenn auch langsam, doch ebenso betriebssi[cher] arbeiten kann wie eine Gleislegemaschine.

Vergleicht man daraufhin beide Maschinen und stellt [die] vielseitige und zeitlich unbeschränkte, jedoch örtlich bedi[ngte] Verwendbarkeit des Kranes den entsprechenden Eigensch[aften] der Gleislegemaschine gegenüber, so kann, vom Standp[unkt] des wirtschaftlichen Optimums aus betrachtet, ge[sagt] werden, dafs ein wendig gebauter Kran jeder Gl[eis]legemaschine gleich zu setzen ist.

*) Herbst 1926 brachte die Friedr. Krupp A. G., Essen eine Baumaschine auf den Markt, die dieses Abdrehen elektrisch ausführt und dadurch gegenüber Handarbeit beschleunigt.

Einen Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung geben ende Leistungszahlen. Nach Heft 4 des »Organs« 1926 leistet irische Gleislegemaschine bei Ein- und Ausbau zusammen der Stunde »100 bis 130 m bei $13^1/_2$ m-Schienen und etwa) m und mehr bei 18 m-Schienen«, also durchschnittlich acht zehn Joche; genau das gleiche leistet der Elberfelder Kran, (2 bis 2,5) + (4 bis 4,5) = 6 bis 7 Minuten je Joch ucht, also ebenfalls acht bis zehn Joche in der Stunde ältigt und das, obwohl er von vornherein für Gleisverlegen nt vorgesehen und erprobt war und daher in vielem unkommen ist, im Gegensatz zu der irischen Maschine, die glich für diesen Zweck gebaut wurde. Infolge dieser aupteten und bewiesenen Gleichwertigkeit, sowohl nach stung, wie Wirtschaftlichkeit sind beide Vorrichtungen für Betrieb von Nutzen und werden daher nebeneinander eiten können, ohne dafs die eine die andere erdrückt, l jede, nach der Art der Strecke, des Betriebs, der Arbeit sprechend verwendet, durch Ersparnisse von Kraft und Vorteile bringt.

8. Weitere maschinelle Hilfsmittel.

Auf der viergleisigen Strecke Westhofen—Schwerte schen Hagen und Hamm liefs sich das Gleis, das umgebaut dessen Bettung gleichzeitig damit erneuert werden sollte, ständig sperren und der Betrieb auf drei Gleise zusammenngen. Infolgedessen liefs sich diese Gleisumlegung zum en Male geschlossen mit sämtlichen, bis jetzt vorhandenen chinellen Hilfsmitteln durchführen. Neben dem Kran, auch hier beim Einbau die neuen Joche auf Schwellenke aufstülpen konnte, wurde eine Egge (statt des in der leitung erwähnten Schotterpfluges), die Walze, Kleinschlagstentladewagen und die neuesten Füllkästen benutzt.

Die Egge verdankt ihre Entstehung dem Schotterpflug, die bereits genannte Mannheimer Firma Mohr & Federwährend der Eisenbahnausstellung in Seddin auf ihrem nd gleichzeitig mit dem Kran vorführte, später auf den nhöfen Wannsee und Tempelhof bei Berlin im Betrieb te und der in der »Verkehrstechnischen Woche«, Jahrg 1925, Heft 18 beschrieben ist. Wie aus einer Abbildung diesbezüglichen Aufsatzes »Neuerungen im Gleisumbau« chtlich, wird die »festgefahrene, alte Bettung mit dem einer Lokomotive gezogenen Schotterpfluge beiseite gegt«, durch »leicht auswechselbare Pflugschaufeln aus Stahl«, an den Kanten der Seitenwände befestigt sind. Gerade es Beiseiteschieben der alten Bettung, das auf den ersten k günstig erscheint, hat sich als schädlich und unwirtftlich überall da herausgestellt, wo neuer Kleinschlag its angefahren ist — bei zweigleisigen Strecken meist chen den beiden Gleisen —, weil er durch die alte, stets nutzige, verkrustete Bettung, die sich zu beiden Seiten Pfluges hochwulstet und vorschiebt, überdeckt und dadurch nreinigt wird. Zur Vermeidung dieses zweifellos grofsen lstandes wurde es für genügend gehalten, die alte Bettung schinell auf- und durchzuwühlen und, da sie sich dann der Schottergabel leicht anfassen läfst, durch Handeit beiseite zu setzen. Daher wurde statt des Pfluges, gesagt, eine Egge gebaut, deren erste Gestalt aus der tabb. 12 zu erkennen ist. Sie wurde beim Umbau eines den Gleises erprobt; eine Arbeitslokomotive zog sie an m 125 m langen Seil hinter sich her. Am Ende der reifsstelle angekommen, nahm sie der Kran, der gleichfalls dieser Baustelle arbeitete und auf einem betriebsfreien engleis fahren konnte, hoch (Textabb. 13) und brachte sie hrem Ausgangspunkt zurück. Dieses Spiel wiederholte sich ft, als zum Auf- und Durchwühlen der alten Bettung nötig meist dreimal. Zu diesem umständlichen Verfahren kam n erschwerend hinzu, dafs die Egge besonderer Führung bedurfte, weil sie zu leicht war und infolgedessen durch den Widerstand, den die in sich gefestigte, alte Bettung bot, hin- und hergeschleudert wurde, und weil die Spitze durch die Befestigung des Zugseils an einer Vorderöse sich zu tief in die Bettung wühlte. All diese Mifsstände sind nach verschiedenen Versuchen durch die neue, 1000 kg schwere Egge beseitigt, deren Abmessungen und endgültige Ausrüstung mit einem Beschwerungskasten Textabb. 14 und 15 zeigen. Ihre Verwendung ist aus Textabb. 16 und 17 ersichtlich. Sie wird vom Nachbargleis aus durch einen kurzen Bauzug an einem etwa 20 m langen Seil gezogen. Drei Führungshaken eines

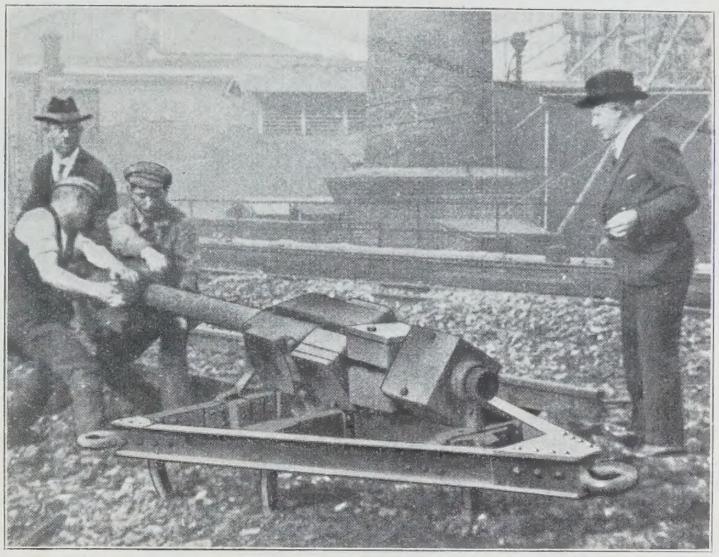


Abb. 12.

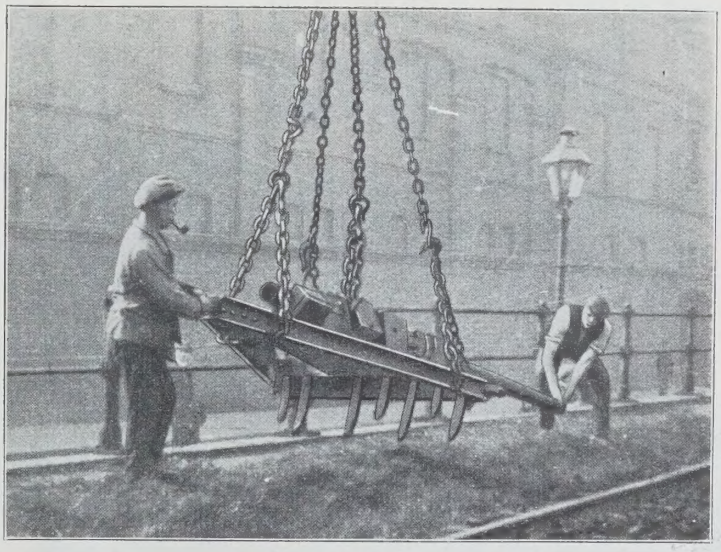


Abb. 13.

Auslegers, nach den Angaben des Oberbahnmeisters Klauenberg, Elberfeld, hergestellt, gestatten, dafs die Egge an jeder gewünschten Stelle der Bettungsbreite angreift. Am Ende der Aufreifsstrecke angekommen, läfst sie sich ohne Schwierigkeiten drehen lediglich durch Umlegen des Zugseils und Rückwärtsfahrt des Bauzuges, worauf sich dem ersten sofort ein zweites Aufreifsen in entgegengesetzter Richtung anschliefst. Da dies mit der Geschwindigkeit eines lebhaft ausschreitenden Mannes, d. i. mit etwa 7 km/Stunde vor sich geht, sind je nach der Länge der Aufreifsstrecke und der Häufigkeit der der Hin- und Herfahrt — meist genügen drei Fahrten ins-

gesamt — verhältnismäfsig kurze Betriebspausen nötig. Zu diesem Vorteil kommt noch der weitere, dafs durch eine Kette, die zwischen die hintere Öse der Egge und den daneben laufenden Bauzug gehängt wird (Textabb. 18), deren zwangsläufige Führung geschaffen und ein Aufreifsen, nicht nur in der Graden, sondern auch in jeder Krümmung gewährleistet

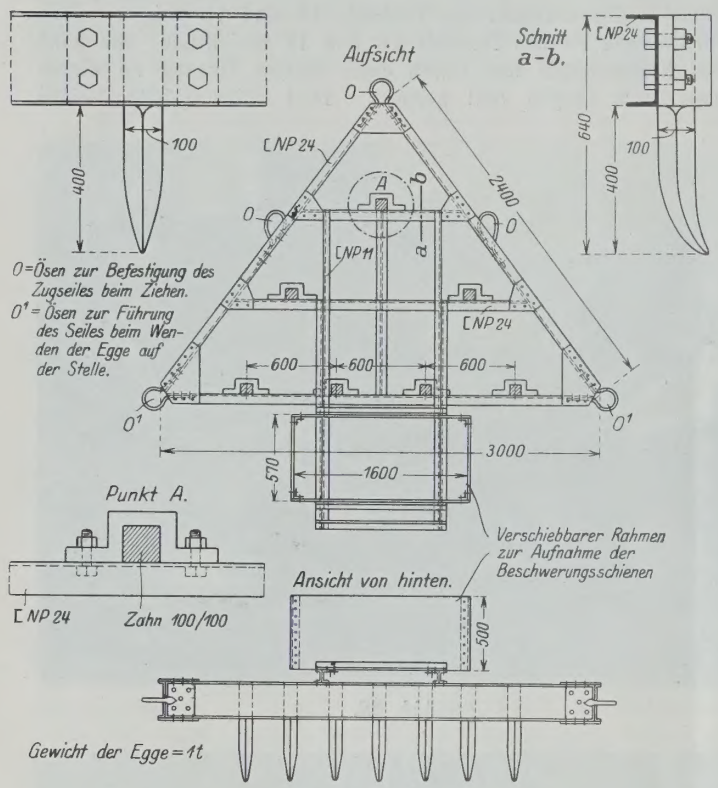


Abb. 14.

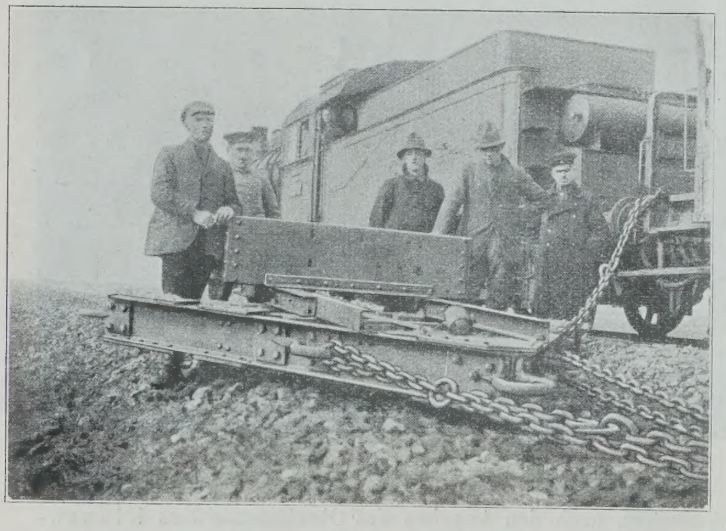
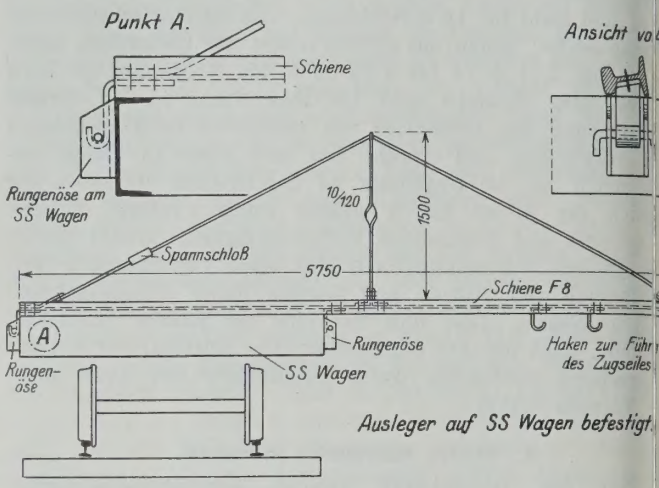


Abb. 15. Ansicht der Egge.

wird. Die Bettung selbst wird vollkommen gleichmäfsig und je nach Einstellung der Zähne entsprechend tief aufgelockert, so dafs sie ohne Schwierigkeit mit Kleinschlaggabeln durchgegabelt und beiseite gesetzt werden kann, und derart durchwühlt, dafs der noch brauchbare Kleinschlag nach oben kommt, dagegen Schmutz, zermürbter Kleinschlag, Erde usw. nach unten fällt.

Über die Walze viel zu sagen, erübrigt sich, weil die damit gemachten Erfahrungen und erzielten Ergebnisse bereits

Reichsbahnrat Faatz, Ansbach, in seinem Aufsatz: »W schaftliche Gestaltung der Bettungsverdichtung« (»Organ«, Ja gang 1926, Heft 10) niedergelegt und veröffentlicht hat.



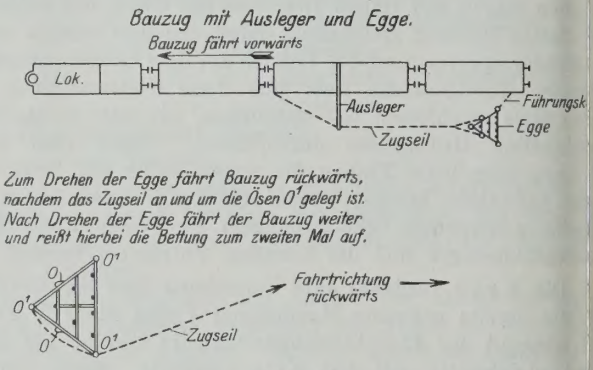


Abb. 16.

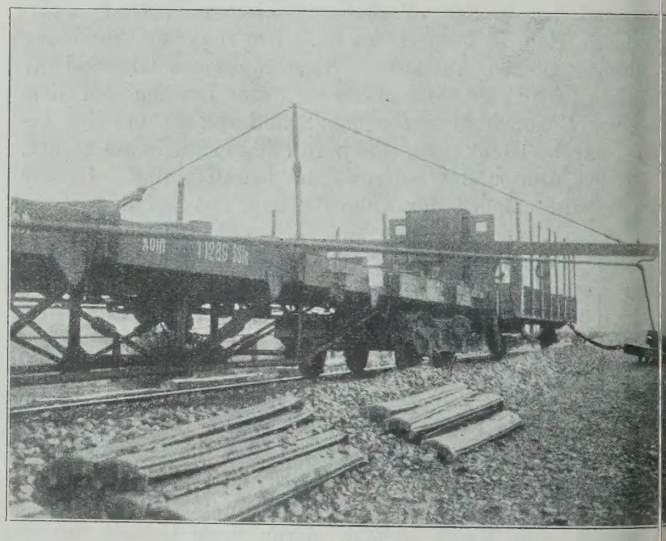


Abb. 17.

braucht wurde ebenfalls eine Motor-Tandem-Walze*), die na den in Textabb. 19 angegebenen Abmessungen und Gewicht etwas kleiner und leichter ist als die in Bayern verwandt Sie läuft seit Mai 1925 im Elberfelder Bezirk, zum erst Male auf der bereits erwähnten Baustelle Gevelsberg-Nord Schwelm-Loh und hat den Beweis erbracht, dafs das Walz der Bettung nicht nur an sich, sondern vor allem bei Bettung

*) Geliefert von der Firma Gebrüder Hamm, Tirschenreut jetzt Bayrisches Hüttenwerk, Weiherhammer.

uerung gleichzeitig mit Gleisumbau grofse Ersparnisse für Bahnunterhaltung bringt. Das derart behandelte Gleis ist ier nicht wieder angefafst worden und liegt vollkommen g und fest; das früher nötig gewesene Nachstopfen und nfüllen der Bettung fällt fort, und das Gleis kann von herein auf seine richtige Höhe gebracht werden. Geklärt und in bejahendem Sinne beantwortet — ist die Frage Zweckmäfsigkeit des Walzens, ungeklärt aber noch die ge der richtigen Gröfsen- und Gewichtsverhältnisse der ze, weil dazu genügend lange Erfahrungen fehlen. Soweit bisher im Elberfelder Bezirk gemacht sind, empfiehlt es eine 5 t schwere Walze zu nehmen, die bis insgesamt belastet werden kann.

Besonders zu erwähnen ist, dafs auf der freigelegten rbaukrone der Westhofen—Schwerter Strecke nach Herung der vorgeschriebenen Neigung 1 : 25 Zinkasche Verhütung des Festsetzens und Wucherns Unkraut aufgebracht und eingewalzt wurde. Sie hat bisher auf Randwegen neben dem Gleis an verschiedenen en, die in der Nähe von Zinkhütten liegen, insofern gut hrt, als die Randwege seit einer Reihe von Jahren autfrei geblieben sind, so dafs der Versuch, die Bettung n Unkraut von unten her zu schützen, gerechtfertigt ist.

Von den Kleinschlagselbstentladewagen, die auf Baustrecke in verschiedenen Ausführungen erst erprobt en, darf hier deswegen kein abschliefsendes Urteil über rt, Abmessungen, Fassungsvermögen, Radstand, Achsdruck, ademöglichkeit gefällt werden, weil auf Grund der einzelnen, r gemachten Erfahrungen z. Z. eine einheitliche Form orfen und gebaut wird. Wohl aber können und müssen Ersparnisse, die mit den Probewagen trotz mancher Unommenheiten einwandfrei erzielt wurden, hervorgehoben en. Es waren täglich 100 t zkleinschlag erforderlich, die veistündiger Nachtarbeit mit ann entladen werden sollten, tagsüber entsprechend lange ebspausen fehlten. Durch Selbstentladewagen, die in amer Fahrt neben dem ugleis fuhren und aus einer öffnung den Kleinschlag slaufen liefsen, erfolgte die dung in 35 Minuten mit vier Bedienung, mit andern en, eine Nachtarbeit von nal 30 Stunden = 60 Stunden sich tagsüber in viermal inuten = 140 Minuten oder 2,5 Stunden bewältigen. Ein gender Beweis für die Vorteile die Wirtschaftlichkeit der-r Wagen, die, soweit be-, in ausreichender Zahl und allzuferner Zeit allen Reichsirektionen zur Verfügung lt werden sollen!

Schliefslich seien noch die käsien zur Herstellung von llenbänken für eiserne Querllen erwähnt, die jeder he »Oberbauer«, besonders ihrer Verbesserung durch die Reichsbahndirektion over*), kennt und schätzt, so dafs ihre Verwendung und ihre Bedeutung nicht mehr besonders besprochen zu werden braucht.

9. Zeit- und Wertersparnisse.

Der Umstand, dafs ein Teil des Gleisumbaues der Strecke Westhofen—Schwerte wegen vorzeitiger Abgabe des Krans von

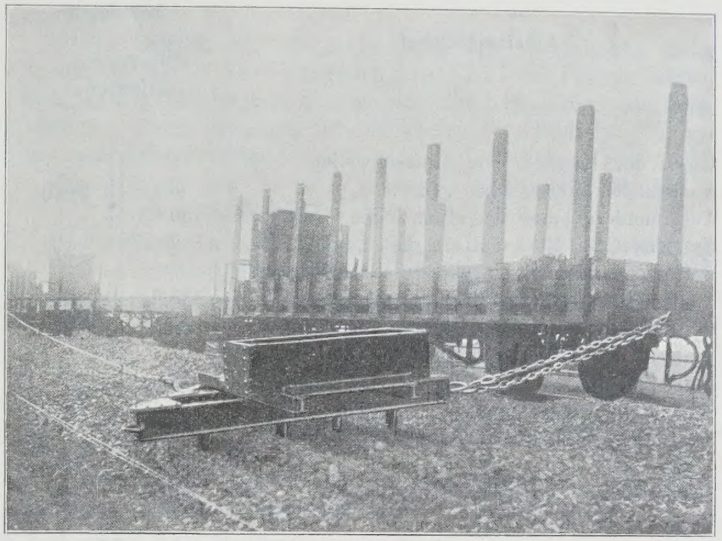
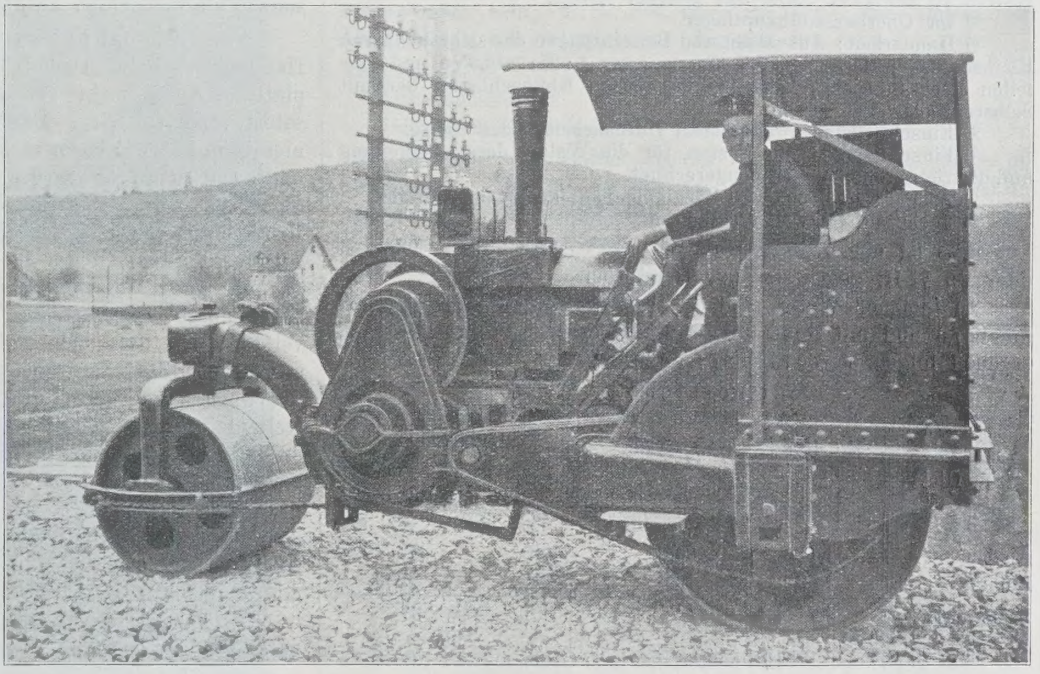


Abb. 18. Rücksicht der Egge mit Führungskette.
Bem.: Zugseil liegt im vordersten Führungshaken des Auslegers zum Aufreifsen der äufseren Bettungskante. Da dort geringer Widerstand, weil Bettung locker, würgt sich die Egge nach aufsen, wird aber durch Führungskette an gewünschter Stelle gehalten und vor Abgleiten bewahrt.



Entfernung der Walzen von Mitte zu Mitte = 2,75 m.
Vorderwalze: D = 800 mm; Br = 900 mm; G = 1,8 t
Hinterwalze: D = 1000 mm; Br = 900 mm; G = 3,0 t
Abb. 19.

Hand durchgeführt werden mufste, ferner die Tatsache, dafs gleichzeitig in der Nähe eine Bettungserneuerung unter den gleichen Verhältnissen von Hand ausgeführt wurde, gab die Möglichkeit, einwandfreie, zahlenmäfsige Vergleiche zwischen neuem und altem Verfahren, d. h. zwischen Gleisumlegung mit

*) Siehe „Der Bahnbau", Jahrgang 1925, Heft 41. „Verlegung ichsbahnoberbaues mit Einstampfrahmen nach dem verbesserten burger Verfahren." Von Oberbahnmeister Blohme, Hannover.

maschinellen Hilfsmitteln und Handarbeit zu schaffen. Auf ein Mann und 1 m Gleis bezogen, ergaben sich für die verschiedenen Arbeitsabschnitte folgende Zeitwerte:

Übersicht 2.

Arbeitsabschnitt	Zeit gebraucht bei dem neuen Verfahren Minuten	alten Verfahren Minuten
Lösen der Laschen und Stofsschwellen . .	10	100 [1]
Ausbau der alten Joche	3	
Auseinandernehmen der alten Joche	30 [2]	
Aufreifsen der alten Bettung mit Egge . . .	2	—
Bettungserneuerung einschliefslich Aufbringen einer 10 cm starken Zinkaschenschicht . .	417 [3]	—
Bettungserneuerung nach altem Verfahren .	—	510 [4]
Walzen der Unterbaukrone, der Zinkasche, der Bettung in zwei Lagen	15 [5]	—
Setzen von Lehrschienen	25	25
Herstellen von Schwellenbänken mittels Füllkästen	56	56
Zusammenbau der neuen Joche	55 [6]	—
Verladen der neuen Joche	1	—
Einbau der neuen Joche mit Kran	3 [7]	—
Einbau mit Hand	—	143
Nebenarbeiten, wie Gangbarmachen von Schrauben, Richten der Gleise usw. . . .	21	21
Zusammen . .	638	855

Bemerkungen:

[1]) Einschliefslich Auf- und Abladen der Altstoffe; Zeit festgestellt an ähnlicher Stelle und gleicher Arbeit.

[2]) Im Oberbaustoffhauptlager.

[3]) Handarbeit: Ausgabeln und Beiseitesetzen des altbrauchbaren Kleinschlages; Herstellen der Querneigung 1 : 25; Abladen und Verteilen der Zinkasche; Verteilen des neuen Kleinschlages, der mit Selbstentladewagen ankam.

[4]) Einschliefslich zweimaligem Durcharbeiten der Gleise.

[5]) Einschliefslich der Kosten für die Walze, deren Bedienung und Betriebsstoffe, in Zeit umgerechnet.

[6]) Zeitsatz zu hoch, weil Zusammenbauplatz zu beschränkt.

[7]) Joche auf Schwellenbänke „aufgestülpt".

Das ist eine Zeitersparnis von 855 — 638 = 217 Minuten oder 25 v. H. gegenüber der Handarbeit.

In gleicher Weise sind die Kosten für Aus- und Einbau mit Kran und mit Hand fest- und gegenübergestellt worden und ergeben folgende Wertersparnisse:

Übersicht 3.

Einheit 1 m Gleis	Mit Hand ℳ	Mit Kran ℳ	Wertersparnis in ℳ	Wertersparnis v. H. der Handarbeit
Ausbau . .	1,12	0,66	0,46	41
Einbau . . .	1,59	1,04	0,55	34 2/3
Zusammen .	2,71	1,70	1,01	37

Auf der Baustelle Heidschott ist je m Gleis sogar 1,50 ℳ = = 42 v. H. erspart, dagegen auf einer anderen Baustelle, auf der nach dem gleichen Verfahren wie in Heidschott umgebaut wurde, nur 0,53 ℳ = 22 v. H.*) Der grofse Unterschied für die gleiche Arbeit entstand durch die Kranmannschaft u Entfernung zwischen Zusammenbauplatz und Umbaustelle eingearbeitete Leute und kurzer Weg, hier uneingearl Leute und 4 1/2 km langer Weg! Zwei Einflüsse, deren eig selbstverständliche Bedeutung durch diese Zahlenangaben h gehoben und unterstrichen wird!

Von der irischen Bahn heifst es im »Organ« ledi »Die Arbeitsersparnis wird zu 50 % angegeben«, in der schrift der Firma Morris wörtlich: »Wenn es sich herau dafs die Gleislegemaschine die Umbaukosten ungefähr 50 % und je nach der Baustelle noch darüber ermäfsigen dann wird die neue Umbauweise eine grofse Umwälzung h rufen«. Also nur eine Annahme, keine genauen Angabe einer Ertragsberechnung entnommen sind. Bei der Er berechnung für den Kran sind seine täglichen Kosten mit eingesetzt. Ihnen ist zugrunde gelegt, dafs die Anschaf kosten (29000 ℳ) mit 6 v. H. verzinst und 10 v. H. g dafs ebenfalls 10 v. H. für Ausbesserungen vorgesehen w dafs er nur 200 Tage im Jahr arbeitet und trotzdem der führer an 300 Werktagen Lohn erhält, und schliefslich Ausgabe von 6 ℳ täglich für Betriebsstoffe, wie Kohl Putzwolle. In der Zeit vom 1. 3. bis zum 15. 9. 1926 = 195 hat der Kran auf sieben Baustellen insgesamt 103 Tage gear also durch Sonntage, Leerlauf zwischen zwei Baustellen, k Überholungen und Ausbesserungen, sowie Stillager 92 verloren; nichtsdestoweniger hat er eine reine Ersparni 11400 ℳ erzielt, denen die erwähnten 29000 ℳ als schaffungskosten gegenüberstehen.

10. Einfluſs auf die Stoffwirtschaft.

Neben den Zeit- und Wertersparnissen in der A bringt die Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln i Stoffwirtschaft Vorteile, die sich leicht erklären, schwer durch Zahlen ausdrücken lassen.

Von den Oberbaustoffen geht, im Gegensat Handarbeit, beim Ausbau der Joche keine Schraube, Kl platte, Lasche mehr verloren, weil sämtliches Kleineise sofort verladen wird. Das bisherige, zeitraubende — un niedrigen Schrotpreisen nicht lohnende — Aussondern, Bü und Stapeln auf der Strecke durch Rottenarbeiter erübrig genau so wie das kräfteverzehrende Beiseitesetzen, Be- Entladen der ausgebauten Schienen und Schwellen; statt de Auseinandernehmen der Joche im Oberbaustoffhauptlager n Reihen- und Kranarbeit durch einige wenige geübte, sach fachkundige Lagerarbeiter. Es ist ohne weitere Erkli verständlich, dafs sich dadurch die Bewirtschaftung der stoffe verbilligt, weil sie sich leicht und schnell übers überwachen und durchführen läfst. Früher behielt der D stellenleiter, der Gleise ausbaute, allen Weisungen zum — allzu menschlich — Brauchbares zugunsten notleid Nebengleise seines Bezirks zurück oder tauschte es gege brauchbares um; jetzt, im Gegensatz dazu, gibt der L verwalter allen Sonderwünschen fernstehend, die aufkomme Altstoffe so schnell als möglich weiter, um unnützes St und Speichern zu sparen.

Wie beim Ausbau in das Oberbaustoffhauptlager, fli beim Einbau sämtliche Stoffe zum Zusammenbauplatz; entsteht auch hier Arbeit nur an einer Stelle mit we Kräften; die Übersicht bleibt gewahrt und vor allem, Kleineisenzeug geht verloren.

Bei den Bettungsstoffen bringt ähnliche Vorteil Kleinschlagselbstentladewagen. Bisher wird ein Teil des K schlags für die Arbeit im Sommer bereits während des Wi angefahren und längs der Strecke gestapelt; seine Entla verzögert sich vielfach, wenn für diese »Handarbeit« nötigen Arbeitskräfte fehlen, weil sie anderweitig dri gebraucht werden oder wenn längere Betriebspausen nicht

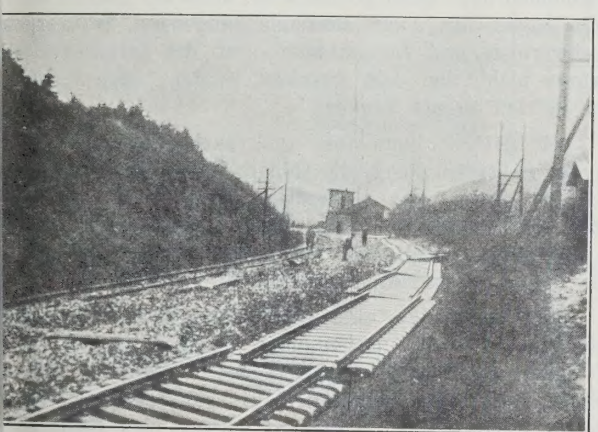
*) Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Reichsbahndirektion Berlin, die, besonders im August 1926, mit einem vierachsigen Dampfdrehkran, ebenfalls von der Firma Mohr und Federhaff, gearbeitet hat. (Lasthebung: 4,5 t bei 12 m, 5,65 t bei 10,5 m Ausladung.) Siehe: „Eisenbahntechnische Rundschau", herausgegeben vom Verbande der Reichsbahn-Betriebsingenieure, Heft 2 vom 15. 1. 1927: „Gleisumbau mit Kran auf der Berliner Stadtbahn" von Eisenbahn-Betriebsingenieur Schönrock, Berlin.

r sind, weil die Strecke zu dicht belegt ist. Infolgedessen t es nicht selten vor, dafs ein Dienststellenleiter seinen barn bitten mufs, ihm einige überständige Wagen abmen. Kleinschlag ist ein begehrter Stoff, den jeder gern t, wenn er ihn unter der Hand bekommt. Wird in solchem vergessen, eine derartige Abgabe zu melden, so gerät die verteilung und Stoffwirtschaft in Unordnung und die Übergeht verloren. Dieser Mifsstand wird durch den Selbstdewagen sofort behoben, da er nur wenige Kräfte bucht und kurze Betriebspausen nötig hat, wie z. B. die Minuten, die in Abschnitt 8 genannt sind und die stets nden sind oder sich einschalten lassen. Weitere Ersparnisse toff und Geld werden erzielt, wenn genügend Wagen zur gung stehen. Dann läfst sich ihre Ankunftszeit genau in rgesehene Betriebspause legen und die ganze Arbeit danach hten, so dafs letzten Endes Anfuhr und Stapelung von schlag im Winter überflüssig wird.

Jeder Dienststellenleiter, der einmal mit den Kleinschlagentladewagen gearbeitet hat, fordert sie stets wieder an, er ihre Vorteile für eine »rationelle« Stoffwirtschaft er hat.

11. Förderung und Hemmung durch den Betrieb.

Mit Rücksicht auf die Betriebspausen und -erschwerungen zwei Arbeitsarten getrennt zu behandeln: Gleisumbau ch allein und Bettungserneuerung mit Gleisumbau gleich-



0. Seitlich abgelegte, neue Joche nach Ausbau und Entfernung ten. Die „Rillen“ werden gezogen und die Stofs-Breitschwellen als Richtpunkte verlegt.

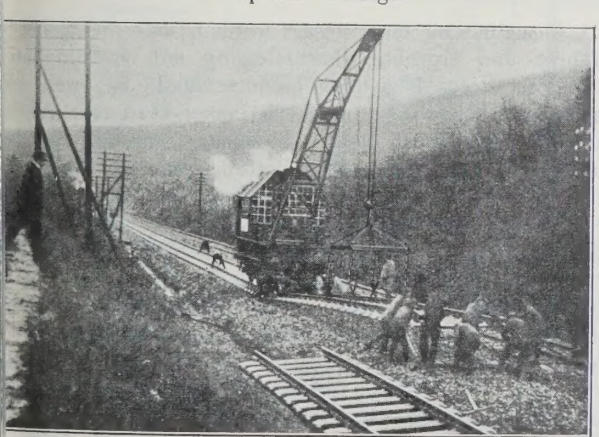


Abb. 21. Verlegen der neuen Joche.

ei Gleisumbau verlangt eine Gleislegemaschine, die rischen Vorbild gleicht oder ähnelt, eine Sperrpause ch im Umbaugleis; den Betrieb im Nachbargleis stört oder hindert sie in keiner Weise. Wird statt ihrer ein Kran benutzt, so müssen, wie auf der Baustelle Heidschott, aufser der eigentlichen Umbaupause noch Pausen im Umbau- und Nachbarbetriebsgleis gleichzeitig vorhanden oder ihre Einlegung möglich sein, und zwar für das seitliche Ablegen der neuen (Textabb. 20) und das Aufnehmen nebst Verladen der ausgebauten Joche.

Als Beispiel für die Aufstellung und Berechnung eines entsprechenden Gleisbelegungsplanes sei angenommen, dafs täglich 200 bis 250 m, das sind rund 16 Joche, umgebaut werden. Dann beanspruchen nach den in Abschnitt 5 angegebenen Zeitfestwerten:

das Ablegen usw. $16 \times (1{,}5 \text{ bis } 2) = 24$ bis 32 Minuten = rund 30 Minuten,

das Aufnehmen usw. $16 \times (2 \text{ bis } 2{,}5) = 32$ bis 40 Minuten = rund 40 Minuten,

das Verlegen usw. $16 \times (4 \text{ bis } 4{,}5) = 64$ bis 72 Minuten = rund 70 Minuten (Textabb. 21).

Ferner sei angenommen, dafs der Zusammenbauplatz in der Nähe der Umbaustelle liege und daher der Bauzug für An- und Abfahrt je fünf Minuten, der Kran je zehn Minuten brauche.

Der Arbeit entsprechend sind »zweigleisige« und »eingleisige« Pausen zu unterscheiden:

Ablegen:

Betriebsgleis: $5 + 30 + 5 = 40'$ Bauzug
Umbaugleis: $10 + 30 + 10 = 50'$ Kran

und

Aufnehmen:

Betriebsgleis: $5 + 40 + 5 = 50'$ Bauzug
Umbaugleis: $10 + 40 = 50'$ Kran

Die Pausen für Ablegen und Aufnehmen können getrennt voneinander sein, z. B. die eine am Vor-, die andere am Nachmittag; die »eingleisige« dagegen für das

Verlegen:

Betriebsgleis:
Umbaugleis: $70 + 10 = 80'$ Kran

schliefst sich unmittelbar an die »zweigleisige« für das Aufnehmen an. Deshalb ist die An- und Abfahrtszeit des Krans getrennt und die eine Hälfte dem Aufnehmen, die andere dem Verlegen zugesetzt worden. Als Gesamt-»Gleisbelegungsplan« ergibt sich dann z. B.

am Vormittag für Ablegen:

Betriebsgleis: $40'$
Umbaugleis: $50'$

am Nachmittag für Umbau (Aufnehmen und Verlegen):

Betriebsgleis: $50'$
Umbaugleis: $50' + 80 = \text{zus. } 130'$

Im Gegensatz dazu erscheint der gleiche Plan der »Gleislegemaschine«, die für den Umbau je Joch 6 bis 7 Minuten und wie der Kran für An- und Abfahrt je 10 Minuten brauche, einfacher:

Umbau:

Betriebsgleis:
Umbaugleis: $10 + 16 \times (6 - 7) + 10 = 10 + 110 + 10 = 130'$

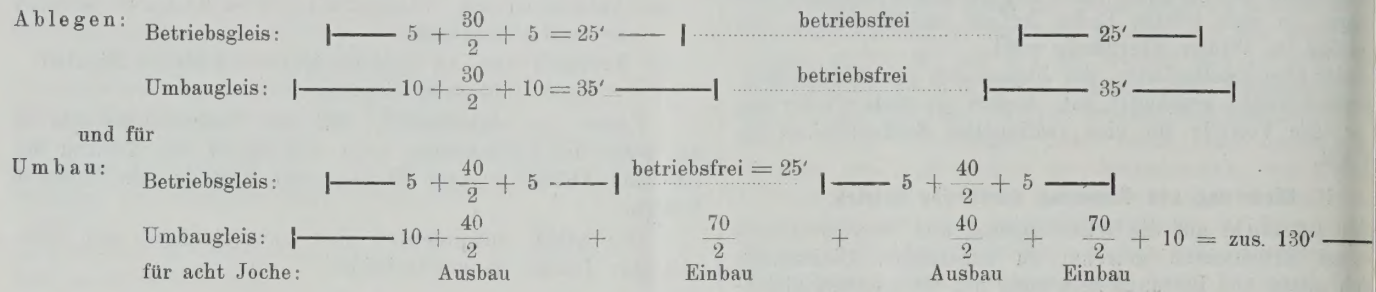
Vom Standpunkt des Betriebsleiters aus betrachtet, verdient dieser Plan unbedingt den Vorzug, besonders auf Strecken mit sehr dichter Zugfolge, Tunneln und Ausrüstung für elektrische Zugförderung. Überall sonst aber hat der Wirtschaftler mitzusprechen, der nicht nur den Betrieb für sich allein, sondern daneben noch die Verwendungs- und Ausnutzungsmöglichkeit der Baumaschine beachtet und in Rechnung setzt. Dann halten sich, wie schon einmal auseinandergesetzt, Gleislegemaschine und Kran unbedingt das Gleichgewicht.

Auf der stark belegten Hauptstrecke Hagen—Siegen, der sogenannten Ruhr-Sieg-Strecke, die dem Verkehr zwischen dem Industrierevier und Süddeutschland dient und an der die Baustelle Heidschott liegt, ist das angeführte Beispiel der »zweigleisigen« Pausen in den Jahren 1925 und 1926 durchgeführt worden; lediglich einige Güterzüge sind dabei aus dem »Plan« gekommen. Daher dürften die vielen Einwendungen, die allgemein gegen den Kran bisher erhoben wurden, aus den angeführten, wirtschaftlichen Gründen verschwinden, besonders wenn er der Abb. 3 entsprechend vervollkommnet wird.

Sind Pausen von der Länge dieses Beispiels nicht vorhanden oder möglich, dann wird der tägliche Arbeitsfortschritt und der »Gleisbelegungsplan« den vorhandenen kürzeren Pausen angepafst; z. B. bei zwei Pausen und je acht Jochen:

Trotz der vollständigen Sperrung des Umbaugleises anfänglich beabsichtigt, lediglich nachts umzubauen, weil in dem Nachbarbetriebsgleis für die Bauzüge eine unu brochene Pause von 4 Stunden möglich gewesen wäre, wäh es tagsüber zwar mehrere Male, doch stets nur auf kurze frei war. Im letzten Augenblick liefs sich die gesamte, spielige Nachtarbeit vermeiden, weil es gelang, durch schiebung zweier Eilgüterzüge eine Vormittagspause auf na 2 Stunden zu vergröfsern.

Den beschriebenen Betriebserschwerungen und -vers bungen stehen zwei grundsätzlich voneinander verschie Anschauungen gegenüber. Wenn der »Oberbau« den »Betr bittet, einen kurzen, scharfen Eingriff hinzunehmen und Umbaugleis vorübergehend vollständig zu sperren, damit



Die Bettungserneuerung mit gleichzeitigem Gleisumbau auf der Strecke Westhofen—Schwerte dauerte bei vollständigem Aufserbetriebsetzen des Umbaugleises insgesamt 35 Tage. Dabei wurde, wie bereits beschrieben, nicht nur neue Bettung und neues Gleis eingebaut, sondern auch die Unterbaukrone, die kaum seit Betriebseröffnung der Strecke, Ende der sechziger Jahre, in gleicher Vollständigkeit freigelegt war, konnte vorschriftsmäfsig geregelt und vervollkommnet werden, so dafs sie aller Voraussicht nach in absehbarer Zeit nicht wieder in Stand gesetzt zu werden braucht. Die Bedeutung einer derartigen Arbeitsausführung für die Entwässerung, ihre Wichtigkeit für gute Gleislage sind ebenso bekannt wie die Tatsache, dafs beides mafsgebend für Ersparnisse in der Bahnunterhaltung ist.

Diese Vorteile und Vorzüge sind nur erreicht worden, weil der Betrieb sich einen scharfen Eingriff gefallen liefs. Wäre statt dessen nach altem Verfahren mit Hand umgebaut worden, erst Bettungserneuerung, dann Gleisumbau, dazwischen Gleisunterhaltung, hätte die Arbeit insgesamt wenigstens 100 Tage gedauert, ohne die gleiche Vollkommenheit zu erreichen. Aus den einzelnen Fahrzeitverlusten, die neun D-, zwei E-Züge und ein beschleunigter Personenzug durch die Ablenkung vom Hauptgleis und durch die Einschnürung des sonst viergleisigen Betriebes in drei Gleise auf der 4,5 km langen Strecke täglich erhielten, ergab sich ein mittlerer Fahrzeitverlust von nicht ganz 3 Minuten. Ihm gegenüber stehen 1,8 Minuten, wenn das Umbaugleis nicht gesperrt, sondern an der Umbaustelle die sonst zugelassene Fahrgeschwindigkeit von 80 auf 30 km vermindert worden wäre. Der Gesamtfahrzeitverlust der zwölf Züge ist in dem ersten Fall: $35 \times 12 \times 3 = 1260$ Minuten, in dem zweiten Fall: $100 \times 12 \times 1{,}8 = 2160$ Minuten, so dafs trotz der Sperrung: $2160 - 1260 = 900$ Minuten gespart werden. Hätte der Betrieb statt dessen nur tagsüber Langsamfahrt gestattet, also nachts volle Fahrgeschwindigkeit verlangt, wären auch nur acht Züge statt der bisherigen zwölf verzögert worden und der Gesamtfahrzeitverlust hätte sich ermäfsigt auf $(100 \times 8 \times 1{,}8) - (35 \times 12 \times 3) = 1440 - 1260 = 180$ Min. vollkommen neue Bahn gebaut wird, kann der Betrieb antwo »Wir tragen die damit zusammenhängenden, vorübergehe Erschwernisse und Verspätungen, weil die daraus entstehe Vorteile nicht nur dem Oberbau, sondern auch letzten E dem Betrieb zugute kommen!«

Der Betrieb kann aber auch antworten: »Die Nacht die der Fahrplan durch die vollständige Gleissperrung erle sind gröfser als die bekannten Vorteile für den Obe denn es ist schädlicher und schwerer zu ertragen, zwölf Z je 3 Minuten Verspätung während 35 Tagen zuzumuten, acht Zügen je 1,8 Minuten während 100 Tagen!«

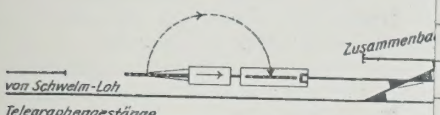
Eine endgültige, eindeutige, abschliefsende Entscheid welche der beiden Anschauungen mafsgebend und richtig läfst sich nicht ein- für allemal, sondern nur von Fall zu treffen, denn selbstverständlich hat sich der »Oberbau« »Betrieb« zu fügen. Trotzdem müssen sich Beide entge kommen, denn Keiner darf nur gröfste Vorteile für sich langen, sondern Beide zusammen müssen den besten Nu für das Ganze erstreben.

Abschliefsend mufs gesagt werden, dafs die bisher du geführte und erprobte Gleisumlegung mit maschinellen E mitteln in dieser Beziehung nicht schlüssig ist, weil zwis einzelnen Arbeitsabschnitten noch immer kraftverzehrende, raubende Handarbeit liegt. Besonders störend tritt dies der Beseitigung der alten Bettung hervor, die nach Zusammenstellung des Abschnitts 9 von den 638 Min Gesamtarbeit für sich allein 417 Minuten, also nahezu $^2/_3$ Anspruch nimmt. Gelingt es den bereits eingeleiteten erhebungen und Bestrebungen, diese »Handarbeit« so ei schränken und die »maschinellen Hilfsmittel« so zu erweit dafs der »Oberbau« jeden Tag eine »vollkommen n Bahn« während weniger Stunden in Abschnit von 200 bis 250 m fertigstellt und danach der »Betr unbehindert fahren kann, dann sind die erwähnten ge sätzlichen »Anschauungen« ausgeglichen und beide g ineinander über.

...en Zusammenbau - und Umbauleistungen ...sumbau Heidschott.

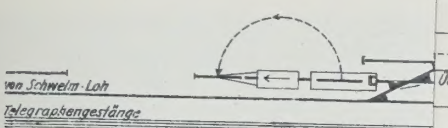
Abb. 1.

Umbaustelle Gevelsberg - Nord-Schwelm - Loh.
Strecke: Hagen-Düsseldorf (Rhein Bahn)
1.) Nur ein Gleis, das Umbaugleis, gesperrt
2.) nebenliegendes Gleis bleibt für Betrieb frei
3.) 180° Schwenkung des Krans möglich da neben Umbaugleis o... Gelände und kein Gestänge

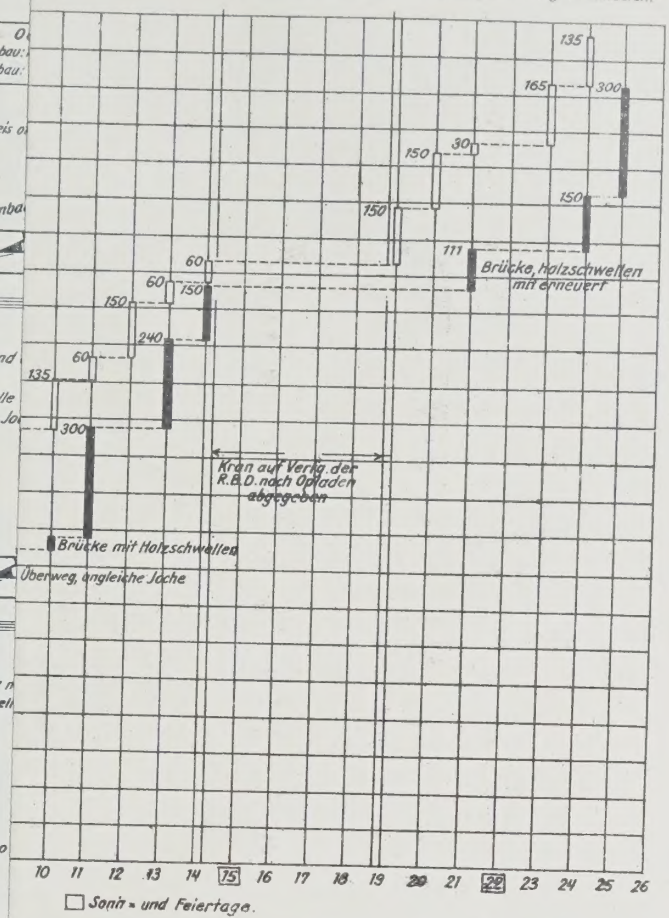


Ohne Arbeitslok.

4.) Kran baut rückwärts fahrend Umbaugleisjoche aus und ... 180° Schwenkung auf mitfahrendem SS-35 t Wagen
5.) Kran stellt SS-Wagen mit alten Jochen bei Blockstelle
6.) Kran ladet bei Blockstelle dort zusammengesetzte Jo... neue SS-Wagen.
7.) Kran fährt Joche zur Umbaustelle.



8.) Kran hebt vorwärtsfahrend von mitfahrenden Wagen ... und verlegt sie mit 150° Schwenkung auf fertiggestell...



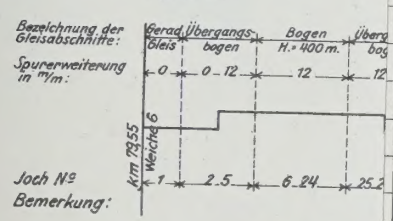
Bemerkung: Am 25.11. Arbeit eingestellt wegen Schneefall.

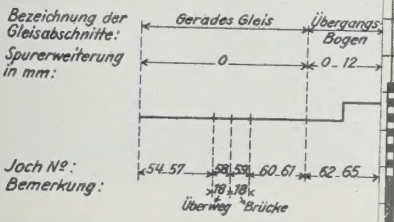
Zusammenbaup...

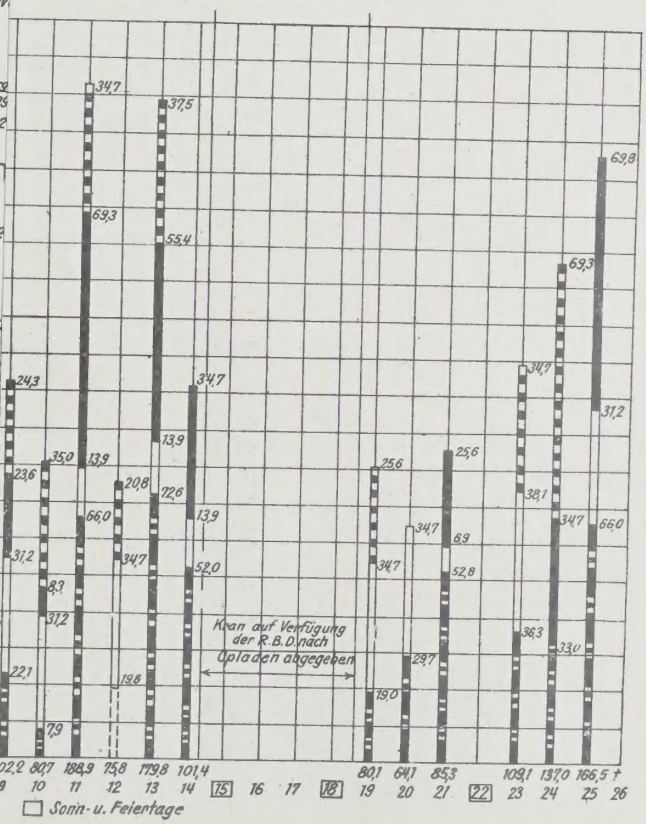
Strecke: Altenhundem - Welschennest
Ausbau: Form 15 $\frac{Br+24E}{15}$
Einbau: 049 $\frac{Br+22E}{15}$
km: 79,55 - 81,3
Baurichtung: von Weiche 6 in Richtung W...

...ten „Tonnen" auf dem Zusammenbauplatz ...mbaustelle Heidschott.

Lageplan



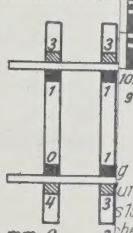




Anordnung der Klemmplatten für die Sp...

Anmerkung: Klemmplatte Nº 3 u. 4.
" " Nº 0 u. 1.

Achtung: Klemmplatten ... oben zu sehen



...g der gelagerten Schienen.
...urch Herbeibringen von Kleineisenzeug und Schwellen, sowie Auflegen der ...s 150 m. - Verladen der fertigen Joche auf Eisenbahnwagen.
...che zur Umbaustelle und Lagerung derselben seitlich der Umbaustrecke.

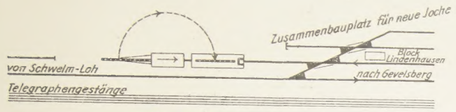
N. Kreidel's Verlag, München.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Gleisumlegung mit maschinellen Hilfsmitteln.

Abb. 1.

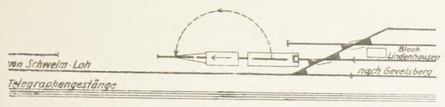
Oberbau: Ausbau: Form 9 $\frac{Br+23E}{14}$ Einbau: „ 84 $\frac{Br+24E}{16}$

Umbaustelle Gevelsberg-Nord-Schwelm-Loh.
Strecke: Hagen-Düsseldorf (Rhein Bahn)
1.) Nur ein Gleis, das Umbaugleis, gesperrt.
2.) nebenliegendes Gleis bleibt für Betrieb frei
3.) 180° Schwenkung des Krans möglich da neben Umbaugleis offenes freies Gelände und kein Gestänge



Ohne Arbeitslok.

4.) Kran baut rückwärts fahrend Umbaugleisjoche aus und verladet sie mit 180° Schwenkung auf mitfahrendem SS-35t Wagen
5.) Kran stellt SS-Wagen mit alten Jochen bei Blockstelle ab.
6.) Kran ladet bei Blockstelle dort zusammengesetzte Joche auf neue SS-Wagen.
7.) Kran fährt Joche zur Umbaustelle.



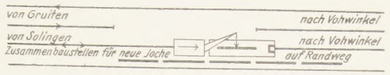
8.) Kran hebt vorwärtsfahrend von mitfahrenden Wagen neue Joche ab und verlegt sie mit 180° Schwenkung auf fertiggestellte Bettung.

Abb. 2.

Umbaustelle Vohwinkel.
Strecke: Düsseldorf-Elberfeld.

Oberbau: Ausbau: Form $15\frac{Br+24E}{16}$ Einbau: „ B49 $\frac{Br+22E}{15}$

1.) Besonderes Krangleis vorhanden.
2.) Umbaugleis und Krangleis gleichzeitig gesperrt.
3.) neue Joche liegen neben Krangleis fertig zusammengesetzt.



Verschiebebahnhof Vohwinkel

Ohne Arbeitslok.

4.) Kran nimmt bei Vorwärtsfahrt alte Joche auf und verladet sie auf mitfahrendem SS-Wagen

Verschiebebahnhof Vohwinkel

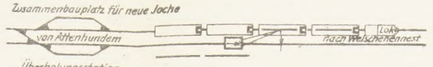
5.) Kran legt bei Vorwärtsfahrt neue Joche von Lagerstelle ein.

Abb. 3.

Oberbau: Ausbau: Form $15\frac{Br+24E}{16}$ Einbau: „ $049\frac{Br+22E}{15}$

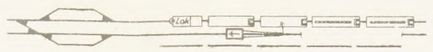
Umbaustelle Heidschott
Strecke: Hagen-Siegen

1.) Umbaugleis ganz und Nachbargleis zeitweilig gesperrt

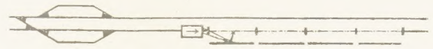


Mit Arbeitslok.

2.) Kran verladet auf Zusammenbauplatz neue Joche auf SS-Wagen
3.) Lok. mit SS-Wagen fährt auf Betriebsgleis, Kran gleichzeitig auf Umbaugleis.
4.) Kran legt vorwärts fahrend neue Joche neben Umbaugleis nieder



5. Kran nimmt rückwärts fahrend alte Joche auf und verladet sie auf nebenfahrendem Bauzug.



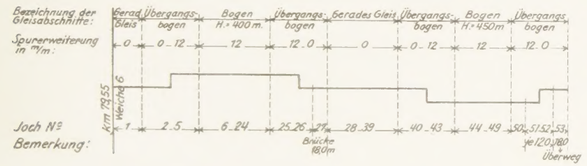
6.) Kran baut vorwärtsfahrend neue Joche ein

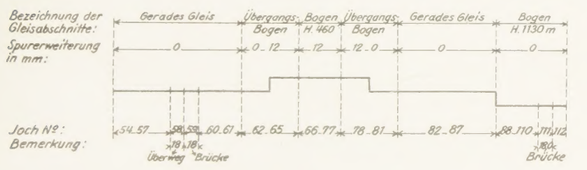
Abb. 4.

Zusammenbauplatz Heidschott

Strecke: Altenhundem-Welschennest
Ausbau: Form 15 $\frac{Br+24E}{15}$
Einbau: 049 $\frac{Br+22E}{15}$
km: 79,55-81,3
Baurichtung: von Weiche 6 in Richtung Welschennest (Berggleis)

Lageplan





Anordnung der Klemmplatten für die Spurregelung des Gleises.

Anmerkung: Klemmplatte Nº 3 u. 4.
„ „ Nº 0 u. 1.

Achtung: Klemmplatten so legen, daß Ziffern 3 u.s.w. oben zu sehen sind.

Zusammenbauplan.

Joch Nº	Bezeichnung der Joche nach den Schienen	Spurerweiterung in mm	Die Ausgleichschiene liegt in der Baurichtung rechts/links	Bemerkung
1				Wird bei Einbau der Weiche an Ort und Stelle eingebaut
2	/	3	/	6 Holzschwellen, 3mm Spurerweiterung
3	/	6	/	
4	/	9	/	
5	/	12	/	
6	/	12	/	
u.s.w.				
24	/	12	/	
25	/	12	/	
26	/	9	/	
27	/	6-0		Wird auf der Brücke eingebaut, 3 Holzschwellen, 6 mm Spurerweit. 3 „ „ 0 „ „ „.
28	/	0		
29	/	0		
30	/	0		
u.s.w.				
48	/	12	/	
49	/	12	/	
50	/	9	/	
51	/	6		
52	/	3		
53	/	0		Überweg
54	/			
55	/			
56	/			
57	/	0		
58	/	0		Überweg
59	/	0		Wird auf der Brücke montiert, VII Eisenschwellen, 6 Holzschwellen Brückenbalken.)
60	/	0		
u.s.w.				

Abb. 5. Übersicht über die täglichen Zusammenbau- und Umbauleistungen beim Gleisumbau Heidschott.

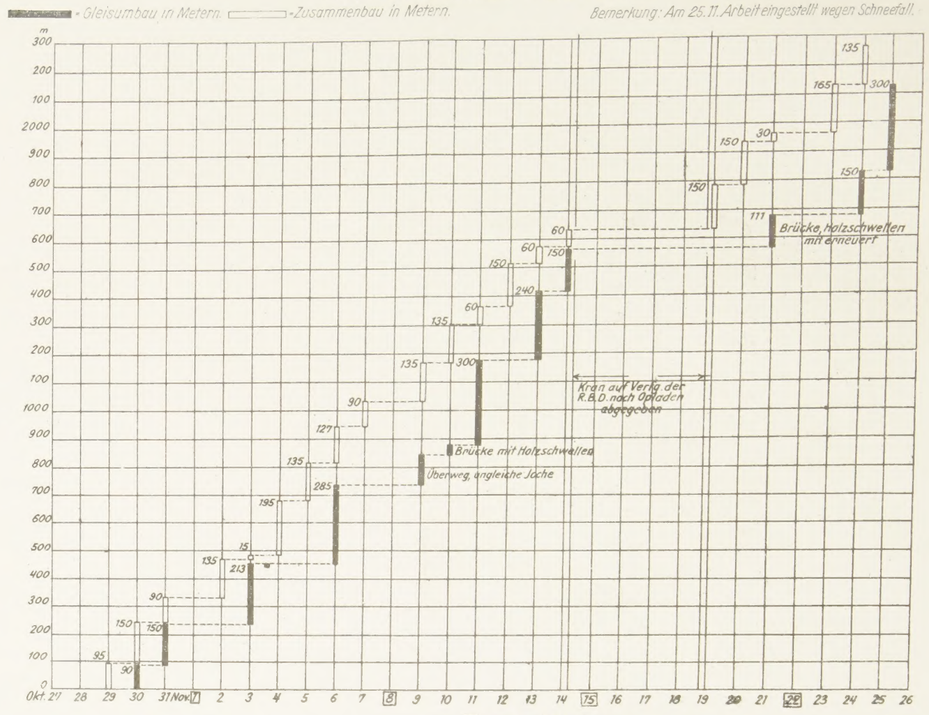
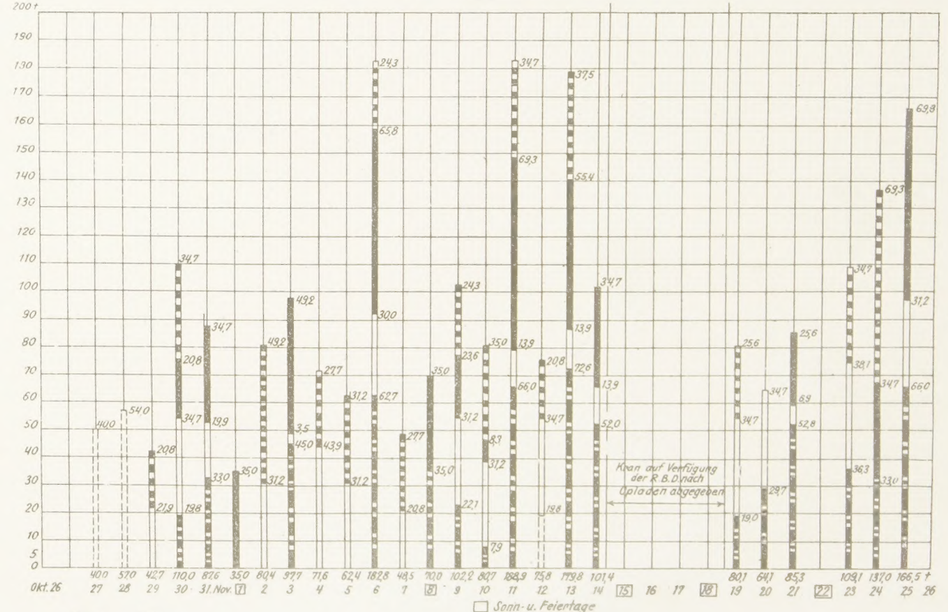


Abb. 6. Übersicht über die bewegten „Tonnen" auf dem Zusammenbauplatz und der Umbaustelle Heidschott.



Zeichenerklärung:

- Zusammenbaustellen eingerichtet durch Umstapelung der gelagerten Schienen.
- Hilfeleistung beim Zusammenbau der neuen Joche durch Herbeibringen von Kielneisenzeug und Schwellen, sowie Auflegen der Schienen, durchschnittliche Beförderungslänge 100 bis 150 m, - Verladen der fertigen Joche auf Eisenbahnwagen.
- Beförderung der auf Eisenbahnwagen verladenen Joche zur Umbaustelle und Lagerung derselben seitlich der Umbaustrecke.
- Aufnehmen und Verladen der alten Joche.
- Gleisumbau, Einlegen der neuen Joche.

C. W. Kreidel's Verlag, München.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Berichte.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Neue Motordräsine der norwegischen Staatsbahn.

Die norwegische Staatsbahn hat sechs neue Bahnmeisterwagen (Motordräsinen) angeschafft, die sie nach mannigfachen vorausgegangenen Versuchen als Muster für weitere Beschaffungen bestimmt (Abb. 1). Die Dräsine sollte so leicht sein, dafs ein Mann ohne Schwierigkeit auf Wegübergängen herausziehen kann und wo zwei Mann sie heben können. Das Untergestell besteht daher aus Stahlrohren (Abb. 2). An diesem Rahmen sind der Motor und die Übertragungsmechanismen befestigt. Der Wagenkasten ist zur Gewichtverringerung aus Aluminiumblech auf kräftigen Holzrippen gebaut und enthält drei Sitze. Er trägt einen abnehmbaren Windschirm aus starkem Zelluloid auf Eisenrahmen. Hinter den Sitzen befindet sich ein verschliefsbarer Gepäckraum. Als Streckenbeleuchtung ist ein Azetylenscheinwerfer verwendet. Eine Fufsbremse wirkt auf die Triebsachse des Motors.

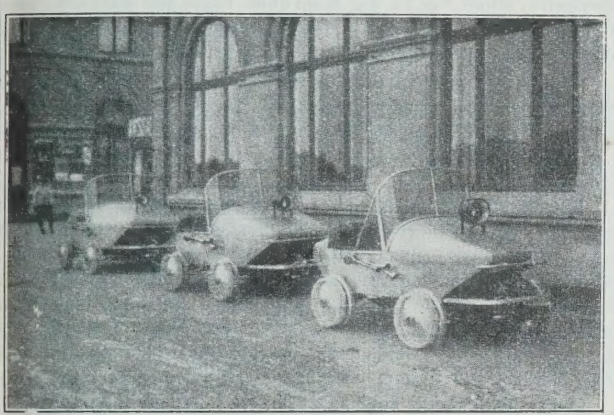


Abb. 1. 3 Motordräsinen der norwegischen Staatsbahn.

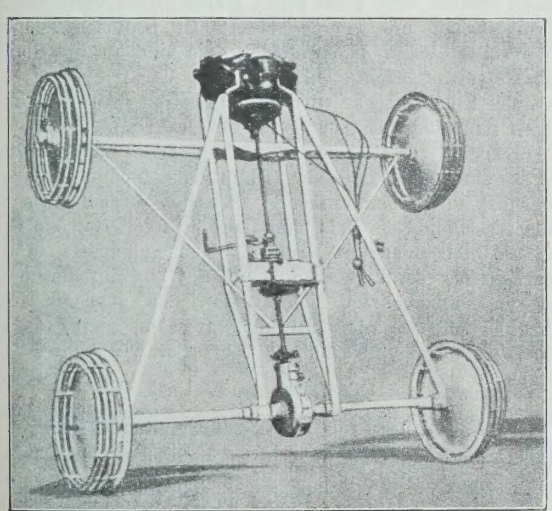


Abb. 2. Rahmenwerk aus Stahlrohren mit Motor, Transmissionsachse und Rädern.

Vorn und hinten sind Griffe zum Ausheben angebracht. Stofsfänger aus Federstahl schützen den Wagen gegen Anstofsen. Unter dem Motor sind Kufen angebracht, um Beschädigungen bei Entgleisungen zu verhüten. Durch ein Schutzdach kann der Wagen verschlossen werden. Da der Wagen auch im Winter bei Frost und Schnee fahren soll, sind die Räder als Rippenräder ausgeführt. Die Achsen der Vorderachse haben getrennte Achsen zum leichteren Durchfahren der Krümmungen. Auch das Herausnehmen auf Wegübergängen wird dadurch erleichtert. Die Räder haben Kugellager. Als Motor wurde ein Viertakt-Douglasmotor verwendet, der sich sehr gut bewährt hat. Der Benzinverbrauch ist sehr gering. Bei 64 km Fahrt Hamar—Elverum—Hamar war der Verbrauch 3 Liter. Der Motor hat zwei Übersetzungen und Freilauf, gibt bis zu 45 km/h Fahrgeschwindigkeit und macht 3000 Umdrehungen/Minute, wobei er etwa 8 PS entwickelt. Mit drei Personen nimmt er leicht längere Steigungen 1 : 70. Der Motor liegt vor der vordersten Achse, um gute Kühlung zu schaffen. Auch bei Versuchsfahrten unter sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen hat sich das Fahrzeug sehr betriebstüchtig und gut verwendbar gezeigt. Dr. S.

(Nordisk Järnbanetidskrift 1926, Heft 9/10.)

Zur Frage der Tränkung des Kernes in Kernholzarten.

In Scheljeznodoroschnoje Djelo 1926, Nr. 6 bis 7 ist die Frage der Kerntränkung in Kernholzarten behandelt. Die Frage der Kerntränkung in Kernholzarten (Föhre, Eiche) besitzt nach dem Artikel grofse Bedeutung in bezug auf den Fäulnisschutz des Holzes. Föhren- oder Eichenholz, dessen Splint mit Kreosot gut getränkt ist, leidet nach kürzerer oder längerer Zeit unter der Fäulnis des Kerns, während der getränkte Splint erhalten bleibt. Auch bei Brückenhölzern aus Kernholzarten, die unter Beseitigung eines Teiles des Splintes vierkantig zugehauen werden, erscheint der Wert der Tränkung manchmal zweifelhaft, da diese ja bekanntlich nicht in den Kern eindringt. Die Tränkung des Kerns bildet eine noch nicht gelöste, aber keineswegs hoffnungslose Frage auf dem Gebiete der Holztränkungstechnik. Gesichtspunkte, die einen Erfolg der Kerntränkung erhoffen lassen, sind folgende: Schon bei den bisherigen Tränkungsverfahren wird der Kern von den Kopfenden her auf eine gewisse Tiefe durchtränkt; auch in der Querrichtung wird der Kern teilweise durchtränkt, wobei die Kernschichten an Balken und Schwellen, die von Splint entblöfst sind, besser getränkt werden als die von Splint überdeckten; die Anwendung grofser Drücke (in Amerika 15 at) und die Verlängerung ihrer Einwirkung, die Erhitzung des Holzes, besonders der harzigen Arten, sowie der Lauge, vorgängiges der Art und Eigenschaft des Holzes entsprechendes Dämpfen sind geeignet, die Tränkung des Kernes zu fördern; fettige, Fäulnis verhütende Mittel, besonders Kreosot, dringen besser in den Kern ein als wässerige Lösungen. Die chemische Zusammensetzung des Tränkungsmittels soll so sein, dafs sie dem Zellengewebe des Holzes chemisch verwandt ist, so dafs das Holz die Lauge auch ohne Druck gierig aufnimmt. In Amerika wird unter den technischen Tränkungsbedingungen immer aufgenommen, dafs der Splintgang und der Kern auf möglichste Tiefe durchtränkt sein soll. Die Schwierigkeiten der Kerntränkung liegen in den mechanischen Eigenschaften des Holzes, in der Verstopfung aller Gänge durch verschiedene Ablagerungen. Die Anwendung mechanischer Mittel in Form von Erhöhung und Verlängerung des Druckes allein kann die Frage der Kerntränkung nicht lösen. Dr. S.

Der Moffat-Tunnel (Vereinigte Staaten von Nordamerika).

Der im Bau befindliche Tunnel hat eine Länge von 9,8 km. Er liegt 2816 m über dem Meere und ist Ersatz für eine ca. 50 km lange bestehende Bahnlinie, die den Col Rolins in 3554 m Höhe überquert. Ungünstige Neigungsverhältnisse in Verbindung mit den schlechten Witterungsverhältnissen der sehr hoch gelegenen Bahnlinie verursachten ungemein hohe Förderkosten. Um diese bedeutend herabzumindern, wurde der Moffat-Tunnel in Angriff genommen.

Neben dem eingleisigen Eisenbahntunnel wird ein Stollen von $2{,}44 \times 2{,}44$ m Querschnitt gebaut. Dieser dient lediglich der Entwässerung des Tunnels. Die zwei Stollen werden von beiden Portalseiten aus im Abstand von 23 m von Stollenmitte zu Stollenmitte vorgetrieben. Sie werden im Abstand von 460 m durch Querstollen miteinander verbunden.

Der Hauptvorteil dieses Arbeitsverfahrens besteht darin, dafs die Einzelarbeiten nirgends gestört werden und stetig fortgeführt werden können. Der Ausbruch wird durch den Wasserstollen mittels elektrischer Förderbahn entfernt. Dadurch ist es möglich, die Erweiterung des Tunnelprofils unabhängig vom Fortschritt der Arbeiten vor Ort durchzuführen. Bei schwierigen geologischen Verhältnissen kann die Erweiterung des Stollenprofils von verschiedenen

Stellen aus gleichzeitig betrieben werden. Ein weiterer Vorteil besteht in der wirtschaftlicheren Ausnützung der Rotten. Die Bohr- und Sprengmannschaft arbeitet vor Ort an dem einen Stollen, während die Lademannschaft zu gleicher Zeit am andern Stollen den Ausbruch wegräumt. Nach Beendigung ihrer Tätigkeit werden die Arbeitsplätze gewechselt. Dadurch gibt es keine gegenseitige Störung der Rotten und sie können immer bei der gleichen Arbeit verwendet werden.

Zu einem Vortrieb, der das ganze Stollenprofil umfafst, werden im allgemeinen 26 Schufslöcher von je 2,59 m Länge gebohrt. Ihre Ladung besteht aus 70 bis 80 kg Dynamit mit einem Nitroglyceringehalt von 60 % bei hartem Gestein und 40 % bei brüchigem Felsen. Die Anordnung der Bohrlöcher, die Stärke der Ladung und die Schufsfolge mufs wegen der Ungleichmäfsigkeit im Gefüge des Gesteins oft geändert werden. Der Ausbruch wird mit Hilfe einer automobilähnlichen Verlademaschine in Karren geladen. Die Maschine wurde von der „Conveying-Weighing Company“ konstruiert und hat sich sehr gut bewährt.

Die Schichtdauer beträgt acht Stunden. Bei normalen Verhältnissen werden von jeder Schicht zwei volle Ausbrüche durchgeführt, was einem täglichen Vortrieb von etwa 7,30 m für jeden Stollen und auf jeder Portalseite entspricht. Sch-r.

(Bulletin, März 1926.)

Schnellzugverkehr und Oberbau bei der französischen Nordbahn.

Die drei Hauptstrecken der französischen Nordbahn führen von Paris über Amiens und Abbeville nach Boulogne und Calais, über Longeau und Arras nach Lille und über Tergnier nach Erquelines. Die erstgenannte Strecke dient hauptsächlich dem Verkehr mit England, die zuletzt genannte dem nach Deutschland über Köln, aber auch nach Belgien in der Richtung Lüttich und Brüssel, und die Strecke über Lille vermittelt ebenfalls die Verbindung mit Brüssel. Alle drei Strecken haben also grofse Bedeutung für den internationalen Verkehr. Auf die ersten 30 km von Paris aus, wo alle drei dieselben Gleise benutzen, ist die Strecke viergleisig; bei Creil, 50 km von Paris entfernt, zweigt die Eisenbahn nach Tergnier, bei Longeau, 125 km von Paris entfernt, die nach Lille von der Eisenbahn Paris—Calais ab.

Auf dem viergleisigen Teil haben die von Paris ausgehenden Züge eine gegen 20 km lange Steigung 1 : 200 zu erklimmen, an die sich dann noch längere, aber sanfter geneigte Steigungsstrecken anschliefsen. Weiterhin folgen auf der Strecke nach Calais noch Steigungen von 1 : 133 in 5 km Länge und von 1 : 125 in 10 km Länge. Ähnlich sind die Steigungsverhältnisse in der Gegenrichtung. Wo sich die Eisenbahn Paris—Calais der Küste nähert, findet sich andrerseits eine etwa 65 km lange, im wesentlichen wagrechte Strecke, doch kann die Möglichkeit, den Zugverkehr infolge dieser günstigen Verhältnisse zu beschleunigen, nicht voll ausgenutzt werden, weil die Züge in Abbeville halten müssen, um der Lokomotive Gelegenheit zu geben, Wasser zu nehmen. Die neuen Lokomotiven der Nordbahn haben aber so grofse Tender, dafs der Wasservorrat für die ganze Strecke Paris—Calais ausreicht; die Züge müssen jedoch an einigen Stellen wegen der Streckenverhältnisse ihre Geschwindigkeit vermindern.

Auf der Verbindung nach Köln, Lüttich und Brüssel sind die Steigungsverhältnisse etwas günstiger; hier findet sich in der Gegend Creil-Noyon eine 60 km lange Wagrechte, doch folgen dann auch wieder Steigungsstrecken, so z. B. 1 : 333 in 13 km Länge bei Tergnier und 1 : 200 auf 15 km Länge bei Fresnoy,

Die Entfernung Paris—Calais beträgt 298 km; die zwei schnellsten Züge durchfahren sie mit drei Minuten Aufenthalt in Abbeville in 195 Minuten; in der Gegenrichtung beträgt die kürzeste Fahrzeit 205 Minuten. Die Einstellung neuer Züge aus Pullmanwagen in den Betriebsmittelpark der Nordbahn hat Anlafs zu Versuchsfahrten gegeben, um zu ermitteln, ob auf der Strecke Paris—Calais noch an Zeit gespart werden kann, und demnächst wird voraussichtlich die Fahrzeit auf dieser Strecke auf 185 Minuten herabgesetzt werden. Damit ist das Ziel erreicht, das dem englischen Betriebstechniker immer als erstrebenswert vorschwebt, nämlich mit Schnellzügen in der Minute eine Meile (1,61 km) zu erreichen.

Auf der Strecke über Tergnier sieht der Fahrplan vor, dafs Aulnoye, 216 km von Paris entfernt, in 136 und 134 Minuten erreicht wird. Ein ohne Aufenthalt nach Brüssel durchgehender Zug legt die 153 km lange Strecke Paris—St. Quentin in 100 Minuten zurück; der Zug nach Berlin hält in St. Quentin 102 Minuten nach s Abfahrt von Paris. In der Gegenrichtung sind die Fahrzeite gefähr dieselben.

Auf der mittleren Strecke sieht der Fahrplan für die Sch züge bis Arras, 193 km, Fahrzeiten von 121 bis 123 Minuten

Die Züge auf diesen Strecken sind ziemlich schwer, un werden daher, wenn der Fahrplan eingehalten werden soll, Anforderungen an die Lokomotiven gestellt. Die Regelform Schnellzug-Lokomotive auf der Nordbahn ist eine 2.C.1 mit Zylindern: diese Bauart stammt schon aus der Zeit vor dem K ist aber neuerdings in Einzelheiten verbessert worden.

Der Regeloberbau der französischen Nordbahn besteht aus langen Breitfufsschienen von 46 kg/m Gewicht; in den Tunneln eine Schiene von 55 kg/m Gewicht verlegt. Auf die Schienen kommen 30, bei schlechtem Untergrund 32 Schwellen. Für Schwellen wird Eichenholz verwendet. Die Schienen werden ihnen ohne Unterlagplatten in der üblichen Neigung 1 : 20 mit Schraubennägeln befestigt. Der Stofs ist schwebend, es wird eine Stofsbrücke untergelegt, die die Schienenenden nicht nur unten, sondern auch von der Seite her stützt. Sie hat an Aufsenseite einen bis in die Kopfhöhe ragenden Flansch, zwis den und die Stofslasche ein Holzkeil eingetrieben wird; die Au lasche hat zwei wagrechte Flanschen zur Aufnahme dieses Kei

Zum Schutz gegen Wandern werden die sechs mittleren Schw einer Schienenlänge in der Nähe der Köpfe durch Längseisen bunden, und es wird je ein Stemmwinkel rechts und links ang der mit dem Schienensteg verbunden ist. Die Sicherung hat gut bewährt.

Das Schotterbett ist unter den Schwellen 12 bis 14 cm s die Verfüllung reicht bis Schwellenoberkante und verläuft wag bis auf 1 m Entfernung von der äufseren Schiene. Durch Neigung 1 : $1^1/_2$ ist dann eine 80 cm breite Berme angeschlossen mit Sand oder Asche bedeckt und somit gut begehbar ist. Schotter besteht meist aus Schlacke von 2 bis 6 cm Korngr Auf tonigem Grunde wird unter dem Schotterbett noch eine 1 starke Schicht aus feinem Sand oder Asche aufgebracht.

Die Weichen sind sehr schlank; ihre Zungenvorrichtungen bis 12 m lang. Auf den Hauptstrecken werden neuerdings nur Herz- und Kreuzungsstücke aus Manganstahl eingelegt; an befahrenen Stellen wird auch sonst Manganstahl verwendet.

Krümmungen mit weniger als 1000 m Halbmesser sucht auf den Hauptstrecken zu vermeiden; sie sind an die Geraden Übergangsbogen angeschlossen.

Auf der freien Strecke wird links gefahren. Auf den Unterw Bahnhöfen ist meist auf jeder Seite ein Überholungsgleis für G züge vorgesehen, in das die zu überholenden Züge zurückge werden können, ohne dafs das Hauptgleis für die Gegenrich dabei berührt zu werden braucht. Zwischen diesem Gleis und benachbarten Hauptgleis liegt meist auf beiden Seiten ein Bahnsi so dafs die Reisenden, um zum Zug zu gelangen, zunächst Überholungsgleis, dann aber auch, um den Zug auf dem dem H stellengebäude abgekehrten Gleis zu erreichen, auch die Hauptg überschreiten müssen. Der Güterschuppen ist häufig so ange dafs ein Gleis durch ihn hindurch führt; an ihn schliefst sich Laderampe an. Wernekk

Unterhaltung von stark gekrümmten Gleisen.

Der Gemeinschaftsbahnhof in St. Louis dient dem Verkehr 18 Eisenbahnen, die ihn täglich mit 260 fahrplanmäfsigen Züge Ein- und Ausfahrt benutzen. Seine 32 Gleise liegen ungefähr s recht zu den anstofsenden Streckengleisen, mit denen sie durch dreigleisige Anschlüsse in Form eines Y verbunden sind; es kön so sechs Zugfahrten nach oder von den Bahnhofsgleisen gleichz ausgeführt werden. Wie verwickelt die Anlage ist, geht da hervor, dafs sie 24 einfache Abzweigungsweichen, 51 andere Wei und 21 Gleiskreuzungen enthält. Die Herzstückneigung der Wei ist allgemein 1 : 7, Kreuzungswinkel kommen bis 28° vor. Hauptzugangsgleise haben Krümmungen von 109 m; in den G verbindungen gehen die Krümmungen bis zu 88 m Halbmesser. diese Gleisanlagen werden von schweren Lokomotiven befah deren Länge in der letzten Zeit immer zugenommen hat, so dafs Schwierigkeiten beim Befahren scharfer Krümmungen immer m ins Gewicht fallen. Die Lokomotiven dürfen allerdings keine hö Geschwindigkeit als 30 km in der Stunde entwickeln, aber trotz

sie der Gefahr des Entgleisens in einer solchen Gleisanlage mehr auf der freien Strecke ausgesetzt, und auch die Gleise leiden bei er Beanspruchung mehr als bei günstigeren Krümmungs-ältnissen, die Unterhaltung erfordert also erhöhte Sorgfalt. Ein bau der Anlage ist ausgeschlossen, die einzige mögliche Abhilfe e, sie ganz zu verlegen, und so mufs man sich denn mit den wierigkeiten abfinden und die Unterhaltung der Gleise nach der nspruchung einrichten. Diese bestehen übrigens aus 50 kg/m veren Schienen mit 19 mm starken, 20 cm breiten Unterlagplatten Holzschwellen in Steinschotter; das Gleisbett ist gut entwässert.

Entgleisungen kommen in der beschriebenen Gleisanlage nur en vor, bei Lokomotiven aber begreiflicher Weise häufiger als Wagen; sie ereignen sich meist in der Nähe der Herz- oder uzungsstücke oder in anschliefsenden scharfen Krümmungen, ener in den Krümmungen, wo keine solchen Teile liegen, ebenfalls en in den Zungenvorrichtungen der Weichen. Durch grofse Sorgfalt der Unterhaltung der Gleise ist es gelungen, die Entgleisungen zum Verschwinden zu bringen, ohne dafs deshalb ungewöhnlich e Kosten aufzuwenden wären. Es mufs besonders darauf gehalten den, dafs die Gleise die richtige Krümmung und die richtige rweite dauernd behalten. Die Spurweite von 1435 mm wird auch en Krümmungen durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dafs der f der Innenschiene in Krümmungen unter dem Einflufs des iebes breitgewalzt wird und dafs der Baustoff des Schienenkopfes ei nach der Innenseite des Gleises gedrängt wird; daraus geht vor, dafs die Spurkränze in keiner Weise gegen die Innenschiene edrückt werden. Es bedarf also weder einer Überhöhung der eren Schienen in diesen Krümmungen, noch einer Vergrölserung Spurweite. Die Innenschiene in den Krümmungen hat die Neigung zu senken, und eine Spurerweiterung stellt sich dabei von selbst man hält es daher für falsch, dem Entstehen dieser fehlerhaften e des Gleises dadurch Vorschub zu leisten, dafs man von der ellage der Schienen zueinander abweicht. Um die Reibung zu nindern wird die Fahrkante der Aufsenschienen in Krümmungen bei Weichen, die entsprechende Stelle bei Herz- und Kreuzungs-ken täglich mit Öl geschmiert.

Besondere Schwierigkeiten macht es, die Herzstücke in der tigen Lage zu erhalten. Überall da, wo an beiden Schienen eines ses durch eine Schutz- oder eine Flügelschiene oder durch einen lenker eine enge Spurrille gebildet wird, ist die ungünstige Ein-tung der Lokomotiven mit langem, steifem Radstand auf das s besonders grofs, und es macht Schwierigkeiten, das Gleis so rhalten, dafs die Gefahr des Entgleisens beseitigt ist.

Vor einigen Jahren gab eine neue Lokomotivbauart mit der sanordnung 2 D 1, besonders wenn die Lokomotive rückwärts dem Bahnhof herausfuhr, Anlafs zu zahlreichen Entgleisungen. Gebrauch wurde daher zunächst auf die Gleise mit günstigeren mmungen beschränkt, man bemühte sich aber auch, die Ursache Entgleisungen, soweit sie am Gleis liegt, zu beseitigen. Sorg-ge Beobachtungen liefsen erkennen, dafs der Grund dieser Unfälle er Bauart der Herzstücke zu suchen war. Man entschlofs sich r Herzstücke einer besonderen Bauart zu verwenden, und es dadurch gelungen, die Entgleisungsgefahr zu beseitigen. Bei en Herzstücken, Bauart Graham, wird das Rad durch das Herz-k nicht mit Hilfe des Radlenkers an der dem Herzstück gegen-liegenden Fahrschiene geführt, sondern durch einen erhöhten isch am Herzstück selbst, der den Radreifen von der Aufsenseite fst und so das Verlassen der Fahrkante verhütet. Infolgedessen den die beiden Radlenker entbehrlich; die ganze Bauart der che wird also erheblich vereinfacht.

Es werden zwei Arten von Herzstücken der Bauart Graham ewendet: solche aus Manganstahlgufs und solche, die aus Schienen mmengebaut sind. Bei den Schienenherzstücken ruhen die Fahr-enen in zwei Lagerkörpern aus Manganstahl, die die Schiene von en stützen und deren Fufs eine Unterlagplatte für die Schiene et. Der Kopf der Lagerkörper ist so ausgebildet, dafs ihre wag-te Fläche den Kopf der Schiene bis zur Breite der Radreifen reitert; an diese wagrechte Fläche schliefst sich dann ein senk-ter Flansch an, der den Schienenkopf um 38 mm überragt; dieser t das Rad an der Aufsenseite bei der Durchfahrt durch das zstück. Häufiger als diese Schienenherzstücke werden die Mangan-lherzstücke verwendet, die mit dem gleichen Führungsflansch ehen und so gebaut sind, dafs sie ohne weiteres gegen Herz-ke der gewöhnlichen Bauart ausgewechselt werden können.

Die Herzstücke der Bauart Graham, die nicht nur in St. Louis, sondern auch in anderen Bahnhöfen verwendet werden, haben sich so bewährt, dafs sie in St. Louis in allen Weichen verlegt worden sind. Für durchgehende Hauptgleise, die mit voller Geschwindigkeit befahren werden, werden sie nicht empfohlen, aber nicht etwa, weil sie sich nicht bewährt hätten, sondern weil man dort allgemein Federherzstücke anwendet und vermutlich auch weil dort die Krümmungsverhältnisse nicht so ungünstig sind, dafs man besondere Mafsnahmen zur Vermeidung der Gefahr des Entgleisens treffen müfste. Die ersten solcher Herzstücke der Bauart Graham, etwa zwölf an der Zahl, sind um 1921 eingelegt worden; sie haben sich bis jetzt ausgezeichnet gehalten. Namentlich die Unterhaltungsarbeiten sind dadurch erleichtert worden. Es wird behauptet, dafs eine Weiche mit einem solchen Herzstück bei der Unterhaltung nicht mehr Arbeit erfordere als ein weichenfreier Gleisteil. Da das Herzstück ruhiger liegt, werden auch die Schwellen geschont, und es entfällt auch die Arbeit, die nötig ist, um die richtige Rillenweite zwischen Radlenker und Fahrschiene gegenüber dem Herzstück zu erhalten.

(Teilweise nach einem Vortrag vor einer amerikanischen Vereinigung von Bahnunterhaltungsbeamten in Engineering, News Record v. 14. X. 26, S. 620, teilweise nach derselben Zeitschrift v. 26. VI. 24, S. 1093.) Wernekke.

Die Entlüftung des Tunnels von Mornay.

Der Tunnel von Morney liegt zwischen den Stationen Bourg und Bellegarde im Zuge der eingleisigen Teilstrecke der Verbindung Paris—Genf. Der im Jahre 1877 gebaute Tunnel ist 2551 m lang und hat einen Ausbruchquerschnitt von 22,75 m² und 26,56 m². Die Wände sind aus Bruchsteinmauerwerk hergestellt, soweit nicht fester Kalkfelsen vorhanden ist. 2465 m liegen in der Geraden und 86 m in einer Kurve mit 300 m Halbmesser. Die Höchststeigung beträgt 25 ‰. Der Höhenunterschied zwischen den beiden Portalen beträgt 39,18 m; der Scheitel des Tunnels liegt 40 m über dem einen und 0,72 m über dem anderen Portal. Die Tunnelachse verläuft westöstlich.

Die Lüftung vollzog sich bisher auf natürlichem Wege nicht schnell genug. Als gelegentlich des Unfalles eines Güterzuges im Tunnel mehrere Beamten erstickten, entschlofs man sich zur künstlichen Entlüftung. Die Strecke wird täglich von 16 Zügen und zwar von 9 Zügen in der Steigrichtung (Bourg—Bellegarde) befahren. Da nur die in der Steigrichtung fahrenden Zuge starken Rauch entwickeln, ist die Entlüftung nur zur Zeit dieser Züge notwendig.

Bei der Anlage der Entlüftungsvorrichtung war zu beachten, dafs die Geschwindigkeit des Luftstromes so gering blieb, dafs die Bahnunterhaltungsarbeiter im Tunnel nicht belästigt wurden (Höchstgeschwindigkeit = 5 m/Sek). Der Tunnel sollte vollständig rauchfrei sein, wenn der bergauffahrende Zug den Tunnel verlassen hat. Als vorteilhafteste Richtung des Frischlufstromes wurde die Richtung den bergauffahrenden Zügen entgegen gewählt und demgemäfs die Maschinenanlage am höher gelegenen Nordeingang angeordnet. Sie enthält zwei Ventilatoren, je einer an jeder Tunnelwand. Die Luftkanäle sind in Eisenbeton hergestellt, an der Einmündung in den Tunnel selbst wegen der Gefahr der Zerstörung durch Rauchgas aus Gufs.

Die Ventilatoren werden mit Riemenübersetzung von Synchronmotoren mit asynchronem Anlauf angetrieben. Die beiden Ventilatoren sind Schraubenräder von 2,80 m Raddurchmesser. Bei 240 Umdr./min und 110 PS liefert jeder Ventilator 92 m³/Sek. Luft.

Vor Inbetriebnahme der Entlüftungsanlage bestand die Vorschrift, dafs sämtliche Züge geschoben werden, Personenzüge nur mit 75 %, Güterzüge nur mit 50 % der zulässigen Belastung der Lokomotive ausgelastet werden durften.

Nach der Inbetriebnahme der Anlage verzichtete man auf die ständige Beigabe einer Schublokomotive bei Personenzügen und erhöhte die Belastung bei Güterzügen auf 75 % der regelmäfsig zulässigen. Wa.

(Revue gén. des Chemins de fer, November 1926.)

Über Laschenbrüche.

Im „Bull. d. l'Ass. Intern. du Congrès des Chemins de Fer“ vom Dezember 1926 werden neue Beobachtungen über Laschenbrüche mitgeteilt, die bei indischen Bahnen gemacht wurden.

Es wurde festgestellt, dafs in fast allen Fällen der Bruch am oberen Rande der Lasche begann. Die Laschen waren nicht ganz durchgebrochen, sondern der Bruch erstreckte sich nur bis etwa an die neutrale Achse, woraus hervorgeht, dafs es sich hier um Biegungsbeanspruchungen handelt. Wenn Zug oder Abscherung den Bruch veranlafst hätte, müfsten die Laschen vollständig durchgebrochen sein. Diese Erscheinung trat auf ohne Rücksicht auf die Richtungsverhältnisse der Strecken, die Art der Schwellen und die Schienenwanderung. Die Laschen waren 660 mm lang und hatten vier Bolzen in 152 mm Abstand. Es kamen Flach- und Winkellaschen in Frage.

Bei der Bemessung der Laschen geht man gewöhnlich von dem Belastungsfalle aus, dafs die rollende Last auf dem Stofs steht, wodurch an der Unterseite Zug auftritt. Aus diesem Grunde sind sie häufig durch starke winkelförmige Ansätze verstärkt. Diese Ansicht ist nach dem Bericht falsch. Wenn man sich die vorgefundene Art des Bruches erklären will, mufs man von der tatsächlich eintretenden Art der Durchbiegung der Schienen ausgehen. Die Schwellen, der Schotter und der Unterbau sind elastisch und erleiden Formänderungen. Die Durchbiegung einer Schiene zwischen zwei Schwellen ist verhältnismäfsig gering und fast zu vernachlässigen. Es kommt praktisch fast auf das gleiche hinaus, ob die Last zwischen den Schwellen oder auf einer Schwelle steht. Die Untersuchung einiger Biegungskurven zeigte, dafs der Achsstand der Wagen oft gröfseren Einflufs hat, als die Achslast allein. Während bei einem Achsstand von 1,50 m die Biegungslinie verhältnismäfsig flach ist, erzeugt die Biegung bei einem Achsstand von 2,70 m auf Laschenlänge ein vielleicht gröfseres Moment, als sich ergibt, wenn die Achslast auf dem Stofs selbst steht. Es hat sich im allgemeinen gezeigt, dafs das negative Moment gröfser ist als das positive.

Das Bestreben ist nun neuerdings, die Laschen möglichs verkürzen. Es werden bei den neuen Oberbauarten gewöhnlich noch Laschen mit vier Bolzen verwendet. Im „Journal of Permanent Way Institution", April 1923, wird ausgeführt, dafs gröfste Teil der Brüche den langen Laschen mit sechs Bolzen z rechnen ist, während die Laschen mit vier Bolzen verschiedene teile haben: sie ergeben eine bessere Gleislage, sind leichte unterhalten und bewirken ein ruhigeres Fahren. Lloyd Jo Chefingenieur der Staatsbahnen in Nizam, hat durch Versuche ge dafs die Festigkeit eines Stofses unabhängig ist davon, wie Bolzen vorhanden sind und wie stark sie angezogen sind. kann sich einen Begriff von der Erhöhung des Biegungsmom bei langen Laschen machen, wenn man bedenkt, dafs das Trägh moment des zusammengesetzten Querschnittes, Lasche und Sch gröfser ist als z. B. in Schienenmitte und dafs hierdurch die Bieg linie sehr flach wird. Je länger und starrer die Laschen nun um so mehr vermindert sich die Biegungsfähigkeit des zusam gesetzten Querschnittes und um so gröfser sind auch die K die von der Lasche aufgenommen werden müssen.

Aus allen Beobachtungen ergibt sich, dafs man den Las die kleinstmögliche Länge geben sollte. Nachdem nachgewiese dafs in jedem Stofs zwei Bolzen genügen, um dem Stofs die wendige Festigkeit zu geben, glaubt der Verfasser, dafs es nötig wäre die Laschen länger als 20 cm zu machen. Man allerdings geltend gemacht, dafs auf jeder Seite des Stofses als ein Bolzen erforderlich sei, um der Schienenwanderung z gegnen. Bei kürzeren Laschen wird die Zug- und Scherkraft erhöht. Allerdings wird der Druck zwischen Lasche und Sc wesentlich gröfser; doch dürfte dies durch einen härteren Stahl geglichen werden können. V

Buchbesprechungen.

Die Förderung von Massengütern von Georg v. Hanffstengel, Professor an der technischen Hochschule Berlin. 2. Band, 1. Teil: Bahnen. Dritte Auflage. Verlag von J. Springer, Berlin 1926. Preis 24 RM.

Das Hanffstengelsche Werk über die Förderkunde von Massengütern liegt nunmehr zum gröfsten Teil in dritter Auflage vor: die stetig arbeitenden Förderer im ersten Band, die Bahnen im ersten Teil des zweiten Bandes; folgen sollen die Krane im zweiten Teil des zweiten Bandes. Die reiche Entfaltung des Förderwesens forderte eine Unterbringung in mehreren Bänden, sollte der handliche Einzelumfang gewahrt bleiben. Der vorliegende Band II/1 zeigt eine Neuerung gegen früher insofern, als die einzelnen Hauptabschnitte von Fachmännern als besonderen Sachverständigen bearbeitet worden sind.

Die Standbahnwagen für Massengüter behandelt Reichsbahnoberrat Laubenheimer vom Eisenbahnzentralamt. Ausgehend von einem allgemeinen wirtschaftlichen Überblick und nach Erwähnung der handentladenen Wagen und der Regelformen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft widmet er den Wagen mit Schnellentladung (Kipp-, Kübel-, Kohlenstaubwagen) und mit Selbstentladung (Boden- und Seitenentleerer) den meisten Raum. Allein 101 Abbildungen dienen zur Veranschaulichung der Mannigfaltigkeit dieser beiden Gruppen. Für die Wagenkipper ist der Direktor von J. Pohlig, Köln-Zollstock, Herm. Schmarje gewonnen worden; den besonderen Bauelementen und den Grundformen der Kipper als Einführung folgen die Ausführungsarten (einfache Doppel-, Schaukel-, Schwing-, Drehscheibenkipper, Kipperbrücken, Wipper) in reichster Auswahl, so dafs man eine vollzählige Aufführung vor sich zu haben meint. Die Standbahnen mit Zugmittelantrieb entstammen der Feder des Direktors F. Walla der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel, Saarbrücken. Aus der Erörterung der Gesamtanordnung geht er auf die Elemente über: Antrieb, Zugmittel mit Führungsarten, Wagenbefestigungsmittel, Sicherheitseinrichtungen, um mit den Berechnungsgrundlagen für Förderleistung und Energiebedarf, sowie Gesichtspunkten für die Anwendbarkeit zu schliefsen. Angeschlossen sind Seilrangieranlagen und Verschiebewinden. Dr. Ing. L. Stelling, Leipzig und Dipl.-Ing. R. Stelling, Dresden haben den letzten Abschnitt über Hängebahnen bearbeitet: Handhängebahnen mit ein- und zweischie Laufbahn, Drahtseilbahnen mit einem und zwei Seilen (mit Zu und Berechnung) und Elektrohängebahnen mit ihren elektri Einrichtungen, sowie Elektrowinden; zum Schlufs Erörterun Anwendungsgebiete. Im Anhang werden Grundformeln für Berechnung und spezifische Gewichte gegeben.

Dafs der Verfasser diese Sonderfachmänner zur Mitarbe wonnen hat, gereicht dem Werk zum Vorteil. Denn es will scheinen, als ob es bei der aufserordentlichen Vielseitigkeit de wicklungsformen des Förderwesens allmählich für einen Man möglich geworden sei, den Stoff in gleicher Reichhaltigkeit Übersichtlichkeit auszuwerten. Denn innerhalb des Gesamtrah hat der Verfasser keine Grenzen für die Verwendungsgebiete gez Trotz der Bearbeitung von verschiedenen Mitarbeitern liest sic Werk wie eine frühere Auflage des Verfassers selbst. Auf re zeichnerische und bildliche Darstellung ist der Hauptwert g der Text ist so knapp wie möglich gehalten (555 Abbildu 345 Seiten Umfang). Das Werk dient mehr der kritische schreibung und Berechnung; bezüglich der wirtschaftlichen Ges punkte bildet das kleine neubearbeitete Werk: „Billig Verlade Fördern" vom gleichen Verfasser die notwendige Ergänzung.

Der vorliegende 1. Teil des 2. Bandes der Förderung von M gütern wird die Beliebtheit des Verfassers aufs neue bestätigen. und Zeichnung sind wieder ausgezeichnet. Reichsbahnrat Wentz

Zillich, Statik für Baugewerksschulen und Baugewerksme 2. Teil: Festigkeitslehre. Berlin 1926. Verlag Wil Ernst und Sohn. Preis geheftet 3,40 RM.

Das bereits in 9. Auflage erschienene Büchlein hat seit einem Vierteljahrhundert seine feste Stellung auf dem Bücherm auch die neueste Auflage zeigt die Vorzüge der früheren, nä Beschränkung auf das Nötigste und dieses in klarer, licht Darstellung. Die neueren Ergebnisse des Knickproblems sind auf engstem Raume überzeugend dargestellt. Für den Hoc techniker, auf den das Büchlein in erster Linie zugeschnitte wird auch die neue Auflage wieder ein bewährtes Hilfsmittel b

Dr.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
riftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 15. März 1927 Heft 5

Über die „schienenfreien Gleisentwicklungen“*).

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Bäseler, München.

Hierzu Tafel 11 und 12.

Die B. O. wird augenblicklich neu aufgelegt und bei dieser genheit etwas überholt. Eine unmittelbare Folge meiner ffentlichung über schienenfreie Gleisentwicklungen war, dafs amtlicher Seite der Antrag gestellt wurde, dem § 13 eine Fassung im Sinne meiner Ausführungen zu geben, da er nscheinlich nicht mehr erfüllt sei. Nur wegen des vorgen Charakters der jetzigen Neubearbeitung wurde davon sehen, die schwierige Frage schon anzugreifen.

Zunächst zur Begriffsbildung. Die Einwendungen gegen Bezeichnungen »schienenfrei« und »schienengleich« sind ig. Aber »kreuzungsfreie Gleisentwicklungen« befriedigt noch weniger. Man braucht die »Kreuzung« unvermeidals Hauptbegriff, wenn man zwischen »überflüssigen« und wendigen« unterscheiden will, oder zwischen »schienenfreien« »schienengleichen«. Alles das sind »Kreuzungen«. Man te die angefochtenen Bezeichnungen recht wohl rechtfertigen, n man sagt: Wenn zwei Gleise in verschiedener Höhe einander wegführen, ist zwar keines »von Schienen frei«, es sind doch die »Schienen voneinander frei«, und wenn n gleicher Höhe liegen, liegen eben die »Schienen gleich«. will niemanden veranlassen, diese Auslegung anzunehmen; solange ich nichts besseres habe, bleibe ich bei »schienen- und »schienengleich«. Es sind mir verschiedene Vorge zur Lösung der Schwierigkeit zugegangen; die Frage einmal besonders behandelt werden.

Nun zur Sache. Ich unterscheide mit Herrn Geheimrat er bei meinen Vorschlägen zweierlei:

1. Nachbarschaft von Brücke und Weiche, aber ganz ohne jede schienengleiche Kreuzung, Musterbild etwa Abb. 1, Taf. 11.
2. Dasselbe, aber aufser mit schienenfreien auch mit schienengleichen Kreuzungen, Musterbild etwa Abb. 2, Taf. 11.

Über Punkt 1 besteht ziemliche Übereinstimmung; auch glaube, dafs wir bei einem praktischen Fall zu Ergebnissen men würden, die nicht allzu verschieden sind. Nur mufs gewisse Auffassungen abschwächen. Von einem Regelahren in dem unterlegten Sinne habe ich nicht gesprochen. neinem ersten Aufsatz (Vereinszeitung 1918, S. 897) heifst »Man mufs ständig bestrebt sein, diese (die Richtlinien Handbücher für Gleisentwicklungen) zu erweitern. Jedes ben am Schema ist ängstlich zu meiden; würde man sich dadurch gerade der eigenartigsten und unwiederholbaren ungen berauben«. Das klingt wohl nicht nach einem pruch auf Ausschliefslichkeit. Wenn ich gelegentlich das t Regel gebraucht habe, so beweist das nichts. Es gibt st in den exakten Wissenschaften Fälle, wo man mehrere geln« zur Lösung verwenden kann, z. B. bei Differentialchungen. Man nimmt die, die am schnellsten oder besten Ziele zu führen verspricht, manchmal versucht man es mit mehreren. Meine Ausführungen wenden sich doch gerade gegen eine gewisse Übung, die nach Ausweis der Handbücher und der Praxis Gefahr läuft, ein Schema zu werden. Ich will gewifs kein neues an die Stelle des ersten setzen, sondern handhabe sehr wohl auch die älteren »Regeln«, je nach dem Fall. Die Erwartung, dafs die neue »Regel« für manche sonst aussichtslose Fälle gute Lösungen ergibt, ist deshalb noch kein ungerechtfertigter Optimismus.

Dafs das Gelände manchmal meinen Gleisentwicklungen ungünstig sein kann, ist richtig; es kann aber auch umgekehrt sein. Solche Einzelheiten untersucht man besser an Beispielen. Die Entwässerung flacher Einschnitte in ebenem Gelände macht bei kiesigem Untergrunde oder in der Nähe eines städtischen Sammelkanals keine Schwierigkeiten; Beispiele gibt es.

Die wirklichen Schwierigkeiten liegen in dieser Frage wo anders. Wenn man einen alten Bahnhof hat und gewisse Kreuzungen beseitigen soll, so hat man in unmittelbarer Nähe meist weder Platz noch Höhenspielraum. Dann kommt man von selbst zu den üblichen, weder schönen noch wegen der Bedienung vorteilhaften Lösungen mit weit draufsen liegenden Abzweigpunkten, eigenen Stellwerken und grofser Sperrigkeit, deren Beseitigung der wesentlichste Vorteil des neuen Verfahrens ist. Das beweist aber nichts für ganz neue Lösungen, und solche kommen immerhin nicht so ganz selten vor, wenn z. B. ein Bahnhof hinausverlegt wird. Da wird aber nun häufig dasselbe gemacht. Es ist wie bei unseren Weichenentwicklungen; die auf älteren Bahnhöfen bestehenden sind gewöhnlich eine historische Häufung von Zufälligkeiten, und ihr Aussehen trübt empfindlich den Blick dafür, wie sie aussehen könnten und sollten, wenn sie neu zu schaffen wären. Wenn das Wort erlaubt ist: Die platonische Idee eines Gleisplans, einer schienenfreien Gleisentwicklung, ja eines ganzen Bahnhofs ist im allgemeinen noch gar nicht gefunden, mindestens nicht bewufst. Was wir beim Entwerfen gewöhnlich haben, ist ein Betriebsprogramm, welches meist auch gewisse räumliche Wünsche einschliefst, aber es sind eben Wünsche, noch keine räumliche Gestaltung. Wir kommen deshalb fast nie zur Verwirklichung der ungekannten Idee, auch da nicht, wo sie anwendbar ist. Soweit hat Coué sicher recht; man erlangt nur das, was man sich vorzustellen vermag, ja recht lebhaft vorstellt. Es geht hier an einer höchst wichtigen Stelle um das künstlerische Element in der Eisenbahn. Darüber könnte man Bände schreiben. Ich will niemanden überzeugen, der es nicht fühlt; die Dinge sind schwer zu beweisen; aber ich darf mitteilen, dafs schon die erste offene Aussprache darüber viele geradezu begeistert hat.

Architekten greifen, auch in Verwaltungsstellen, oft genug zum Bleistift und gestalten selbst einen Grundrifs oder eine Schauseite. Gleistechniker selten. Das ist aber sehr schade. Ich kenne manchen Mann in hoher und höchster Stellung, der es tut; es sollte steter Brauch werden. Die Aufgabe, eine Gleisentwicklung zu gestalten, ist ja so schön, wenn auch spröde.

Warum ich den Fall Darmstadt nicht näher studierte? Weil die Gründe unwesentlich sind. Mag die sperrige Lösung hier so berechtigt sein, wie sie will, es geht um den Grundsatz. In meinem vorigen Aufsatz hatte ich ursprünglich Vergleiche mit dem Ausland gezogen; ich habe sie, einem wohl-

*) Vorgänge: Bäseler, Z. d. V. d. E. V. 1918, Nr. 87/88; . V. d. E. V 1919, Nr. 18/19, Nr. 64; Blum, Die Reichsbahn , Nr. 25; Cauer, V. W. 1925, Nr. 38/39; Bäseler, V. W. , Nr. 7/8; Cauer, V. W. 1926, Nr. 28. Vergl. auch Zeis, Z. d. l. E. V. 1927, Nr. 6.

meinenden Rate folgend, gestrichen und mufs mir auch heute noch aus naheliegenden Gründen versagen, darauf einzugehen.

Ich habe nun einmal das Empfinden, dafs eine Gleisentwicklung, die so grofs ist wie die zugehörige Stadt, zu schweren Bedenken Anlafs gibt, ob wir auf dem richtigen Wege sind, und ob solche Anlagen nicht das die Eisenbahn so schwer belastende Mifsverhältnis zwischen stehendem und umlaufenden Kapital unnötig vergrölsern. Aus diesem Widerspruch des natürlichen Menschenverstandes gegen den Aufwand erklärt sich auch meine absichtlich nicht »fachmännische« Ausdrucksweise.

Aber das ist alles noch nicht belangreich. Bei Punkt 2 beginnt der wirkliche Widerspruch. Er beruht aber nur auf einem Mifsverständnis über die von mir beabsichtigte Auffassung der Einfahrsignale, und er dürfte sich wohl nach dessen Aufklärung im wesentlichen erledigen.

Ich hatte stets betont, dafs meine Gleisentwicklungen — zunächst — innerhalb »der« Einfahrsignale liegen sollten. Herr Geheimrat Cauer schliefst nun folgendermafsen.

In der betreffenden Abbildung (Nr. 2 auf Seite 75 der V. W. 1926) zweigen von zwei einem Personenbahnhof zulaufenden zweigleisigen Eisenbahnen vorher die Ein- und Ausfahrgleise eines Umstellbahnhofs ab. (Dafs dieser »vorgeschoben« sei, habe ich nicht gesagt.) Daraus, dafs die vor diesen Weichen und Kreuzungen stehenden Signale für den Umstellbahnhof Einfahrsignale seien, hätte ich gefolgert, dafs die Kreuzungen zulässig seien, während die Signale doch für die durchlaufenden Personengleise einfache Blocksignale seien, das Ganze also freie Strecke sei.

Ich war verwundert, als ich das las; denn diese in der Tat durchaus unzulängliche Konstruktion war mir niemals in den Sinn gekommen. Die Signale sollten selbstverständlich auch für den Personenbahnhof Einfahrsignale sein. Ich glaubte, das klar gesagt zu haben. Ich habe dann nachgeforscht; es haben namentlich von den Fachgenossen, die amtlich mit diesen Fragen zu tun haben, alle, die ich befragt habe, die Ausführungen in meinem Sinne aufgefafst. Es wäre ja auch verwunderlich, wenn mir gerade hier eine so grobe Unklarheit unterlaufen wäre, obwohl ich mich weiterhin so sehr bemüht hatte, die Grenzen der Begriffe Strecke und Bahnhof festzustellen.

Hingegen hätte ich sehr wohl verstanden, wenn man bezweifelte, ob das innerhalb praktischer Grenzen überhaupt möglich sei. Die eben genannte schematische Abbildung kann in dieser Hinsicht vielleicht etwas irreführend wirken. Abb. 3, Taf. 11 zeigt, wie man sich die alte Abb. 2 etwa fortgesetzt denken mufs. Die Bahnsteige sollen bald hinter den Brücken kommen; wenn man für sie verschiedene Höhenlage zuläfst, sind es nur 700 m von den Signalen bis zu den Anfängen der Bahnsteige. Der ganze rechte Bahnhofsflügel steht also unter Deckung der Einfahrsignale; Blockstrecken in den Personengleisen sind weder nötig noch angebracht. Der linke Flügel wird natürlich so weitläufig, dafs das an dieser Seite nicht geht.

Immerhin ist Abb. 3, Taf. 11 eine nicht durchgearbeitete Skizze. Um eine deutliche Anschauung zu geben, was gemeint ist, habe ich in Abb. 4 a und b, Taf. 11 und Abb. 1 a bis e, Taf. 12 einen beiderseitig nach meinen Vorschlägen entwickelten Bahnhof vollständig und mafsstäblich durchgezeichnet (Entwurf I).

Von jeder Seite kommen zwei zweigleisige Linien, von links A und B, von rechts C und D. Ob es sich um einen Berührungs- oder Kreuzungsbahnhof handelt, ist ohne Belang. Die Einfahrsignale stehen etwa 700 m vor den Anfängen der Bahnsteige. Diese sind 300 m lang. Die ganze Bahnhofslänge ist also 1700 m, was für einen Bahnhof von diesem Umfange noch nicht einmal viel ist. Innerhalb dieser geringen Länge ist alles vollzogen, was an Abzweigungsweichen, Kreuzungen, Überwerfungen und Zwischenrampen nötig ist. Dabei ist aber nicht nur der gröfsere Teil der Zugkreuzungen, sondern ein Teil der Kreuzungen der Umstellverbindungen bese Die Gütergleise haben keine stärkere Neigung als 1: Auf Gleisen, wo Züge stehen, ist den Bestimmungen sprechend keine Neigung über 1 : 400, abgesehen von den schubgleisen. Die Personengleise haben 1 : 100. Halbm der Personengleise 1000 m. Alles schlank und zügig, wenige und keine kurzen Gegenbogen. Die Bahnsteige lang und breit; für jede Richtung ist ein Überholungsgleis handen. Am linken Flügel befindet sich, auch noch inne der Bahnhofslänge, mitten gelegen und von allen Gleisen erreichbar, ein Abstellbahnhof.

Es ist angenommen, dafs der Bahnhof im Personenver hauptsächlich durchfahrende Züge hat; andernfalls liefsen gröfsere Abstellanlagen an der Seite ohne weiteres einric Im Güterverkehr soll er, aufser erheblichem Ortsverkehr, noch gewisse örtliche Zugbildungsaufgaben in der Rich nach rechts haben. Die Güterzüge nach links setzen gegen nur Gruppen ab und an. Für die Zugbildung is Ablaufberg mit Gleisbremsen vorhanden, einige Sammelg und eine Stationsharfe mit Gefäll, so dafs die Gruppen Schwerkraft in das Zugbildungsgleis ablaufen können, alle der beschränkten Länge. Für die Hauptumstellrichtung vier Ein- und Ausfahrgleise vorgesehen, aufserdem zwei sondere Zugbildungsgleise. Eine Vermehrung wäre unso möglich.

Der Bahnhof ist trotz allem so kurz, dafs er mit Stellwerken, einem an jeder Seite, auskommen könnte, man nur nach der äufsersten zulässigen Entfernung der We vom Stellwerk ginge. Praktisch braucht man einige mehr. Bahnhof ist unseren mittleren Bahnhöfen dieser Art unge ähnlich, nur eben, dafs die meisten Kreuzungen schie frei sind. Die hauptsächlichsten, sehr flachen Rampen dazu nötig sind, liegen weit draufsen auf der freien Str jenseits der Einfahrweichen. Es gibt keine vorgeschol Abzweigpunkte, die unsere jetzigen Gleisentwicklungen so läufig machen. Das etwa ist ein Beispiel von dem, wa mit dem Ausdruck »Der Bahnhof als Höhenbauw bezeichnen wollte; dadurch, dafs die dritte Dimension innerhalb des Bahnhofs zu Hilfe genommen wird, ergibt durch geschickte und sinnvolle Schaltung von Brücken, Wei Bogen und Rampen die Möglichkeit, das Erforderliche auf aufserordentlich kleinen Raum herzustellen.

Der Bahnhof hat nur eine Eigentümlichkeit: Die G einfahrgleise der einen Richtung, nicht der Hauptumstellrich liegen im ganzen Bahnhof hoch. Man kann sie bei Kürze nicht mehr herauf- und herunterführen. Aber was das? Man mufs mit den Gruppen, die man an- und ab einige Meter steigen oder fallen. Auf so vielen mittleren höfen, die am Ende, wie hier, einen Ablaufberg haben, jede Gruppe, die von den Umstellgleisen zu den Einfahrg soll und umgekehrt, über den Berg geschleppt werden.

Da das immerhin für manche Zwecke hinderlich sein ist in Abb. 5, Taf. 11 ein Bahnhofsflügel gezeichnet, bei auch die Gütergleise beider Richtungen auf eine Höhe zusammengeführt sind. Es ist angenommen, dafs die G gleise Neigungen von 1 : 100 vertragen, wie es im Hüg üblich ist; aber auch wenn man sich auf 1 : 150 oder 1 : 200 beschränkt, kommen noch keine Längen heraus, verhindern würden, die Entwicklung unter den Schutz der fahrsignale zu legen. (In Abb. 5, Taf. 11 sind es vom steigende bis Einfahrsignal 700 m.) Man sehe sich doch e unsere üblichen Entwürfe an, welche Häufung von Zufälligk abgesetzten Weichenstrafsen, kleinen Zwischenbauwerken lorenen Gleisstrecken! Ehe man sich versieht, ist ein Kilometer Länge verloren. Ich weifs sehr wohl, dafs ma bei einem Erweiterungsbau meist nicht ändern kann.

ühlen ja oft nicht einmal das Ziel, die Tendenz! James t hat einen der feinsten Aussprüche über den Ingenieur ı, als er sagte: »Den Ingenieur erkennt man an dem, nicht da ist.« Die Kunst des Wegstreichens, wenn Gebilde unter den Fingern zu vielteilig, zu umfangreich, ungestaltig, zu ungegliedert wird, des Zusammenichens auf ein strenges logisches, einfaches und doch gerade dadurch gefälliges Minimum, das ist die eigentliche t des Ingenieurs. In diesem Sinne ist der Bahnhof in stem Mafse ein Raumproblem, nicht anders als der Grundles Architekten. Ein gutes Betriebsprogramm und seine lung ist noch wenig; es ist nicht mehr, als wenn der err dem Architekten Zahl und Gröfse seiner Zimmer t. Dahinter erst beginnt die Aufgabe, die als solche ar nicht bewufst empfunden wird, während die Kunst der drifsgestaltung ein geläufiges Problem ist. Wenn wir nicht as Vorhandene gebunden wären, könnten wir unsere Bahnim Durchschnitt auf dem halben Raum herstellen, bei ıer Leistung. Wer davon nichts fühlen sollte, mit dem will icht streiten. Übrigens zweifle ich nicht im mindesten, auch Herr Geheimrat Cauer diesen Gedankengängen grundch zustimmt und dafs nur das erwähnte Mifsverständnis m vorliegenden Falle abgehalten hat, auf sie einzugehen. Es kann allen jüngeren Fachgenossen nur dringend geraten en, sich diesen schönen Aufgaben zu widmen, wenn sie enig Lust zum Zeichnen haben. Etwas Anlage mufs da Aber gar so schwer ist es nicht. Ein Mitarbeiter von achte nach wenigen Versuchen Pläne, die besser und freier ı als meine. Persönliche Aussprache hilft viel; ich stehe zu Diensten. In vielen praktischen Fällen gelingt nur . Aber man lasse sich um alles in der Welt dadurch Blick für die Grundfrage nicht einengen.

Man könnte vielleicht einwenden, ich hätte die obigen hofsentwürfe gleich bringen sollen, dann wäre das grofse erständnis erspart geblieben. Aber ist jemand, der einem ı Gedanken Worte gibt, verpflichtet, ihn auch gleich bis Letzte durchzuführen? Das ist häufig eine grofse Arbeit, icht sogleich ausführbar ist. Darf er nicht erwarten — man sonst von ihm weifs, dafs er nichts geradezu Unändiges zu schreiben pflegt — dafs man versucht, in seine nken einzudringen, ehe man tadelt, und, wenn etwas unverlich bleibt, bei ihm anfragt? Das ist doch eine so kleine . Dafs solche unverstandenen Reste vorkommen, ist nicht nderlich. Jeder wirkliche Fortschritt ist nicht eine kleine ellung, sondern eine grofse, die viele kleine nach sich , darunter sowohl günstige wie ungünstige. Das alles ı zu übersehen, ist auch bei guter Denkarbeit für den schwer. Selbst der Autor hat ja doch — wenn er nicht zügelten Sinnes darauf los schreibt — einen langen Prozefs Loslösung von vorhandenen Vorstellungskreisen durchmachen en, ehe er so weit war.

Wir stellen also fest, dafs es recht wohl möglich ist, nenfreie Gleisentwicklungen nach meiner Art in ziemlich m Umfange innerhalb der Einfahrsignale unterzubringen, solche Bahnhöfe sehr kurz und zügig werden, dafs hierbei nur der überwiegende Teil der Zugkreuzungen, sondern ein bedeutender Teil der Umstellkreuzungen schienenfrei dafs man nicht mehr Stellwerke braucht, als bei einem ıbahnhof und dafs die Sicherungsanlagen — gerade wegen eseitigten Kreuzungen — verhältnismäfsig einfach werden, ıfs kaum ein Zweifel über ihre Ausbildung entstehen kann schon gar nicht über die etwaige Zulässigkeit der wenigen, verbleibenden schienengleichen Kreuzungen. Zwar man bei so grofsen Vorzügen auch gewisse mehr oder ger zutreffende Einwände gegen solche Bahnhofsformen en können, aber das würde, selbst wenn es im gegebenen entscheidend wäre, nichts beweisen; denn das stand nicht zur Erörterung, sondern ob die Auffassung der äufsersten Signale als Einfahrsignale richtig sei.

Am meisten wird man die hohen Kosten einwenden, die die Erdarbeiten anscheinend verursachen. Das ist aber nur Täuschung. Zum Vergleich ist in Abb. 2a und b, Taf. 12 die rechte Hälfte desselben Bahnhofs mit der üblichen Gleisentwicklung gezeichnet (Entwurf II). Man erkennt leicht, welch bedeutender Mehraufwand in ihr steckt, obwohl mit dem Halbmesser der Personengleise, im Gegensatz zu Entwurf I, auf 500 m heruntergegangen ist. Ein Kostenüberschlag der hauptsächlichsten Ansätze ergibt etwa folgendes.

Einmalige Ausgaben.

a) Bei Entwurf II:

Grund und Boden	
85000 qm zu ℳ 12.— (Baugelände angenommen)	1020000 ℳ
Oberbau	
7000 lfd. m Gleis zu ℳ 56.— (Beschaffung, Verlegung, Fracht, Schotter) . . .	392000 »
Stellwerke	
vier Abzweigstellwerke mit je drei Vor- und Hauptsignalen, dazu je ein Vor- und Hauptsignal mehr im Bahnhof zu ℳ 18000.—	72000 »
Personentunnel (tiefere Grundung) . . .	16000 »
	1500000 ℳ

b) Bei Entwurf I:

Mehr an Erdarbeiten 150000 cbm zu 1,80 ℳ	270000 ℳ
Mehrkosten der längeren Strafsenbrücke .	20000 »
Mehrkosten der längeren Überwerfungsbauwerke	80000 »
	370000 ℳ

Dauernde Ausgaben.

a) Bei Entwurf II:

3 × 4 = 12 Stellwerkswärter zu ℳ 3000.—	36000 ℳ
Oberbau: Unterhaltung 7 × 600 ℳ/km .	4200 »
Abschreibung 7 × 2300 . . .	16100 »
	56300 ℳ

b) Bei Entwurf I:

—

Gegenüberstellung.

Einmalige Ausgaben.

Entwurf II	1500000 ℳ
Entwurf I	370000 »
bleiben zu Ungunsten vom Entwurf II	1130000 ℳ

Dauernde Ausgaben.

Entwurf II:	
ℳ 56300.— jährlich; kapitalisiert (nur zwölffach gerechnet wegen des heutigen hohen Zinsfufses)	675600 »
	1805600 ℳ
= rund	1800000 ℳ

Der Entwurf II nach der üblichen Ausführung ist also trotz der gröfseren Erdarbeiten und teueren Bauwerke bei Entwurf I um fast zwei Millionen teuerer, als dieser. Dabei fallen bei Entwurf I überdies noch manche Vorteile an, wie z. B. die hohe Lage der Bahnsteige, das Mehr an beseitigten Kreuzungen und weniger verlorene Steigungen. Freilich ist auch bei Entwurf II der Mehraufwand nicht ganz ohne Nutzen; der Bahnhof hat eben mehr Gleisraum; die Blockstrecken können Züge aufnehmen. Aber das ist teuer erkauft. Aufnahmegleise liegen, wenn man sie schon braucht, besser im Bahnhof; zudem ist Entwurf II auf knappste gezeichnet, um nicht ungerecht zu vergleichen; die Blockstrecken sind recht kurz und geben unerwünschte Signalhäufungen; macht man sie länger, so ist

der Aufwand noch gröfser. Bei dem Kostenunterschied fällt vor allem der Grund und Boden ins Gewicht; aber auch wo dieser billig ist, bleibt noch Gewinn genug.

Offenbar haben so kurze Gleisentwicklungen so viel Verführerisches an sich, dafs man sich ihrer auch in einem weiteren Rahmen bedienen möchte, wenn die Verhältnisse sonst dazu angetan sind. Dann können aber die Entfernungen so grofs werden, dafs man wenigstens in den Personengleisen, manchmal auch in den Gütergleisen, aus praktischen Gründen Blockstrecken einschalten mufs und dann liegen die verbleibenden schienengleichen Kreuzungen auf der sogenannten freien Strecke. Das ist der grofse Stein des Anstofses. Darf man das oder darf man es nicht? Ich meine nicht formell, sondern sachlich.

In meinem ersten Aufsatz bin ich wohlweislich über den Rahmen der Einfahrsignale nicht hinausgegangen. Das hätte ich festhalten können, dann bot mein Vorschlag keine Angriffsflächen und die Auseinandersetzung wäre unterblieben. Aber wenn die Kritik die Überschreitung dieses Rahmens ohne weiteres unterstellte, so lag dem trotz des grundsätzlichen Mifsverständnisses über meine nächsten Absichten eine im Kerne nicht ganz unberechtigte Anschauung zugrunde, insofern meine Gleisentwicklungen diese Neigung zum Hinauswachsen tatsächlich haben, wie alle anderen Gleisentwicklungen auch. Ich hätte es unter diesen Umständen kleinlich gefunden, wenn ich mich eng an meine Aufstellungen geklammert hätte, so unanfechtbar sie auch waren, wie jeder zugeben wird, der sie nochmals liest. Ich erkannte also die erwähnte Tendenz an. Es war eine Anpassung an die Auffassung des Gegners. Leider ist mir dieses Entgegenkommen als Schwäche des Standpunktes ausgelegt worden. Darauf kann ich allerdings nur erwidern, dafs mich aufser der Höflichkeit die tiefe und volle Überzeugung leitete, dafs solche Gleisentwicklungen auch in dem weiteren Rahmen gut, notwendig und berechtigt seien.

Ich hätte schon früher die angeführten Beispiele bringen und mich damit einstweilen bescheiden können. Wenn sie ein paarmal durchgeführt worden wären, wenn auch nur auf dem Papier, dann wäre man von selbst auf die Frage gestofsen, ob man nicht hier und da über den engen Rahmen der Einfahrsignale hinausstofsen solle und dürfe. Man hätte sich sicher gar nicht so sehr viel Gedanken gemacht. Tut man es doch sonst auch nicht. Wie viele haben wohl bei den zahlreichen Spaltungskreuzungen, die von Bahnhöfen auf Blockstellen mit Abzweigung hinausverlegt wurden, überlegt, ob der § 13 der B. O. das zulasse? Man tat es einfach, weil man mufste, es »gab sich so«. Gewisse Dinge haben ihre natürliche Entwicklungsrichtung; sie tragen sie in sich, darüber wird am wenigsten geredet. Vielen Menschen treten sie gar nicht in das Oberbewufstsein.

Es ist nicht möglich, hier die Ausführungen des vorigen Aufsatzes über die Fragwürdigkeit der Begriffe Bahnhof und freie Strecke noch einmal zu wiederholen. Die Anschauungen werden sich von selbst durchsetzen, einfach durch die Logik der Tatsachen. Es sind ihrer genug und zwar gerade an den entscheidenden Stellen, denen diese Untersuchungen sehr eingeleuchtet haben. Die Betriebsleute empfinden die Blockstellen mit Abzweigung als einen Pfahl im Fleische, aber nicht als solche oder wegen einer besonderen Gefährlichkeit, sondern weil sie in die Fahrdienstvorschriften begriffsmäfsig noch nicht richtig eingegliedert sind.

Ich will übrigens niemanden veranlassen, den Schritt über den Rubikon — die Überschreitung des Rahmens der Einfahrsignale — zu tun, der es nicht selbst für geboten hält. Ich selbst werde mich gegebenenfalls nicht scheuen und viele andere auch nicht.

Einige Einzeleinwendungen bedürfen der Aufklärung. Ich hätte einen schnellfahrenden Zug mit einer Schutzweiche von 190 m Halbmesser ablenken wollen! Wir können doch heute mit Steilweichen bei 1 : 9 leicht 500 m Halbmesser erzi
Das war mir, als einem der Miterfinder dieser Weichen, s
bei dem ersten Aufsatz vollkommen klar. Wenn man bei
neuen Formung, in die auch viele neue Einzelteile einge
diese alle ausführlich bringen will, wird man so bald
fertig. Man mufs da schon ein wenig auf das Zutrauen
Leserschaft rechnen, dafs man sich die Einzelheiten übe
habe, auch wenn man sie nicht nennt.

Nun zu den »Schutzwegen«. Abb. 6a, Taf. 11 stellt
hauptsächlich vorkommende Einfahrt nach meinen Vorschlä
Abb. 6b, Taf. 11 die Ausfahrt dar. In Abb. 6a sind
weiteres Schutzweichen für jede Fahrt vorhanden. In Abb
kreuzen sich der ausfahrende Personenzug der A-Strecke (E
3-A) und der ausfahrende Güterzug der B-Strecke (Fahrt
Es handelt sich darum, den Personenzug, der so gut wie ir
den Vorrang hat, gegen den Güterzug zu schützen. Wie
bei Nachblättern meiner Beispiele leicht erkennt, dienen
regelmäfsig die Endweichen des Güterbahnhofes; ein Güte
der verbotener Weise anfahren wollte, könnte gar nicht
dem Bahnhof heraus. Damit ist eigentlich schon die
Schutzfrage erledigt. Wo aber auch für die Gütergleise
Blockstrecke dazwischen liegt, was sehr selten vorkommen
würde ein besonderer genügend langer Schutzstrang (in Abb
Taf. 11 gestrichelt) möglichst gesandet und mit Stei
anzulegen sein. Dafs entgleisende Wagen nicht ins Haup
geraten, falls der Güterzug doch noch den Prellbock err
läfst sich durch genügenden Abstand leicht erreichen.
dürfen aber nicht vergessen, dafs wir mit derartigen Mafsna
schon weit über das hinausgehen würden, was wir heute a
Blockstellen mit Abzweigung — Abb. 7a und 7b, Taf. 1
für nötig halten.

Man könnte vielleicht wünschen, obwohl das sehr
geht, auch den Güterzug 2-B, falls man ihm einmal den
rang geben mufs, gegen den Personenzug 3-A zu schi
Das geht mit der in Abb. 5b eingetragenen Verbindung zwi
den Gleisen 3 und 4. Diese wird meist von selbst da
zum Übergang der Züge und kann und wird dementspre
auch so flache Weichen enthalten, dafs ein schnellfahr
Zug gefahrlos abgelenkt werden kann. Schiebt man dan
Vereinigungsweiche der Gleise 2 und 4 ein genügendes
in der Richtung B vor, so kann man auch diese Gefahr be
mildern. Man überzeugt sich leicht, dafs in Abb. 7b, Ta
dem einen Fall der Blockstelle mit Abzweigung, eine
sprechende Aushilfe nicht anwendbar ist; man kann, wen
Güterzug Einfahrt hat, dem ausfahrenden Personenzug kn
Schutzweg bieten.

Von Zusammenstofsmöglichkeiten an den Vereinigu
weichen ist hier nicht die Rede, sie sind bei allen über
möglichen Gleisentwicklungen gleich und nur durch beso
Mafsnahmen vermeidbar (lange steigende Parallelgleise).

Zusammengefafst heifst das: Bei meinen Gleisentwickl
lassen sich für alle Fahrten, die durch die Kreuzunge
fährdet sind, Schutzwege gegen Flankenfahrt herstellen
alle wichtigen sind sie meist von vornherein da. Bei I
stellen mit Abzweigung geht das nicht in allen Fällen. N
man hinzu, dafs bei diesen die Kreuzungen immer
gegengesetzte Fahrrichtungen, bei mir immer gle
Fahrrichtungen betreffen und dafs bei diesen stets Ein
kreuzungen vorkommen, die bei mir immer wegfallen, s
man wohl ohne Unbescheidenheit sagen, dafs die Sicherhe
meinen Gleisentwickluugen nicht nur voll ausreichend, so
erheblich gröfser ist. Von diesen schon früher angest
Überlegungen hatte ich, zur Vermeidung der Weitschweifi
in meinem letzten Aufsatz nur das knappe Ergebnis ge

Herr Geheimrat Cauer wird hiergegen einwenden,
sein Ziel ja die gänzliche Beseitigung aller Kreuzungen
besondere auch der Spaltungskreuzung sei. Es fragt sich

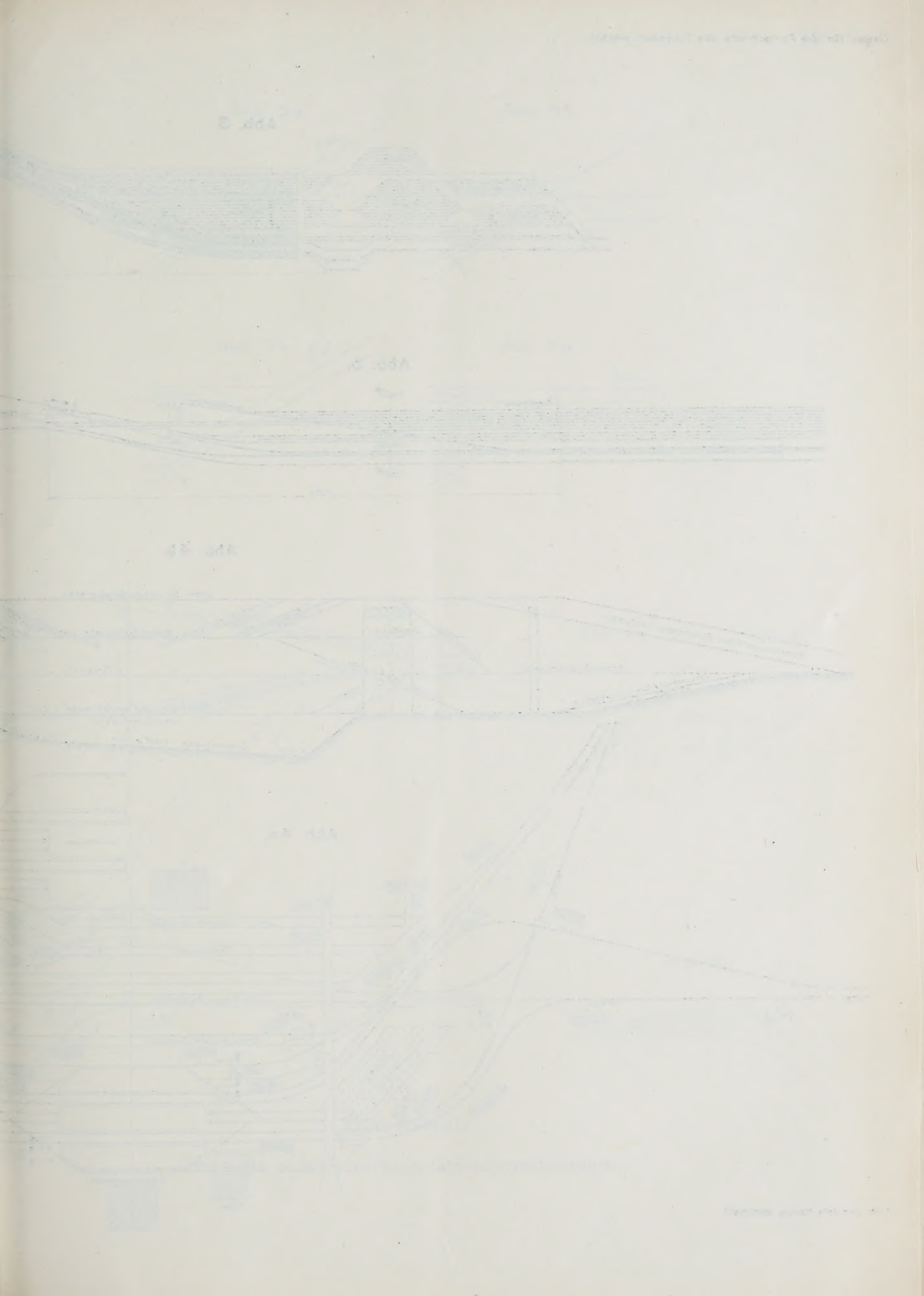


Abb. 3.

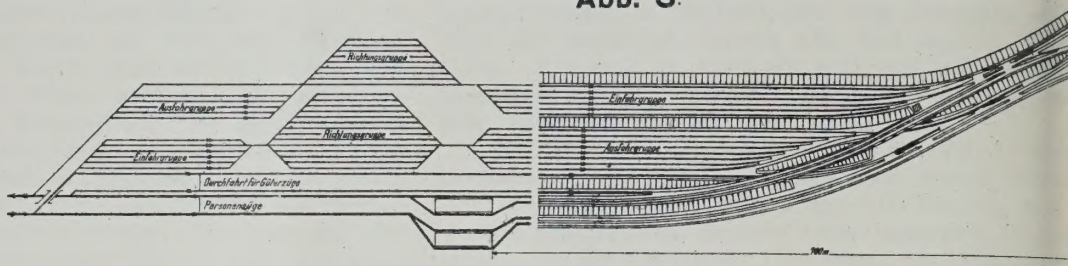


Abb. 5.

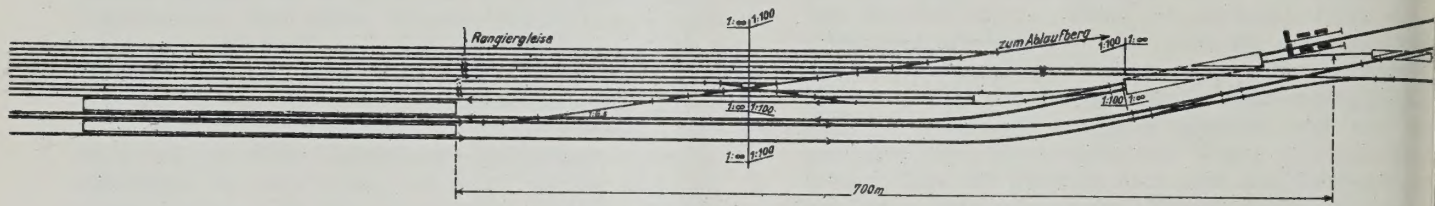


Abb. 4b.

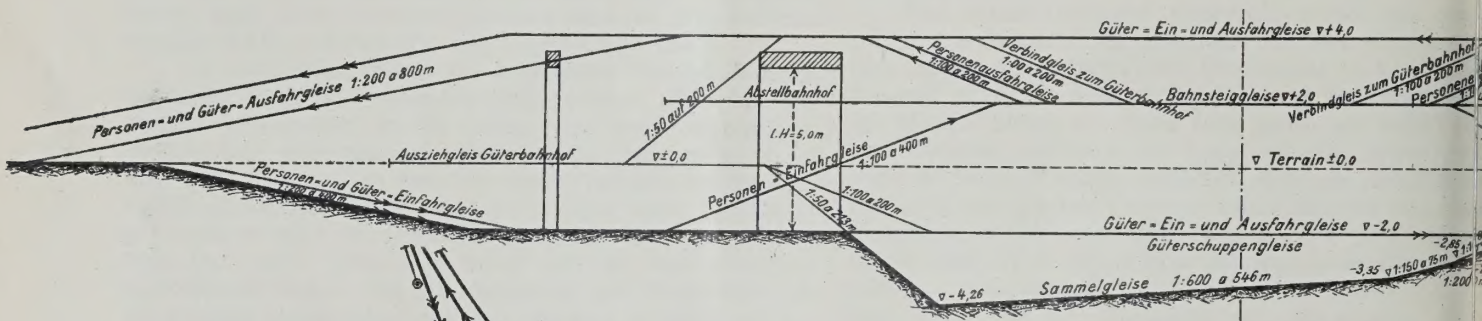
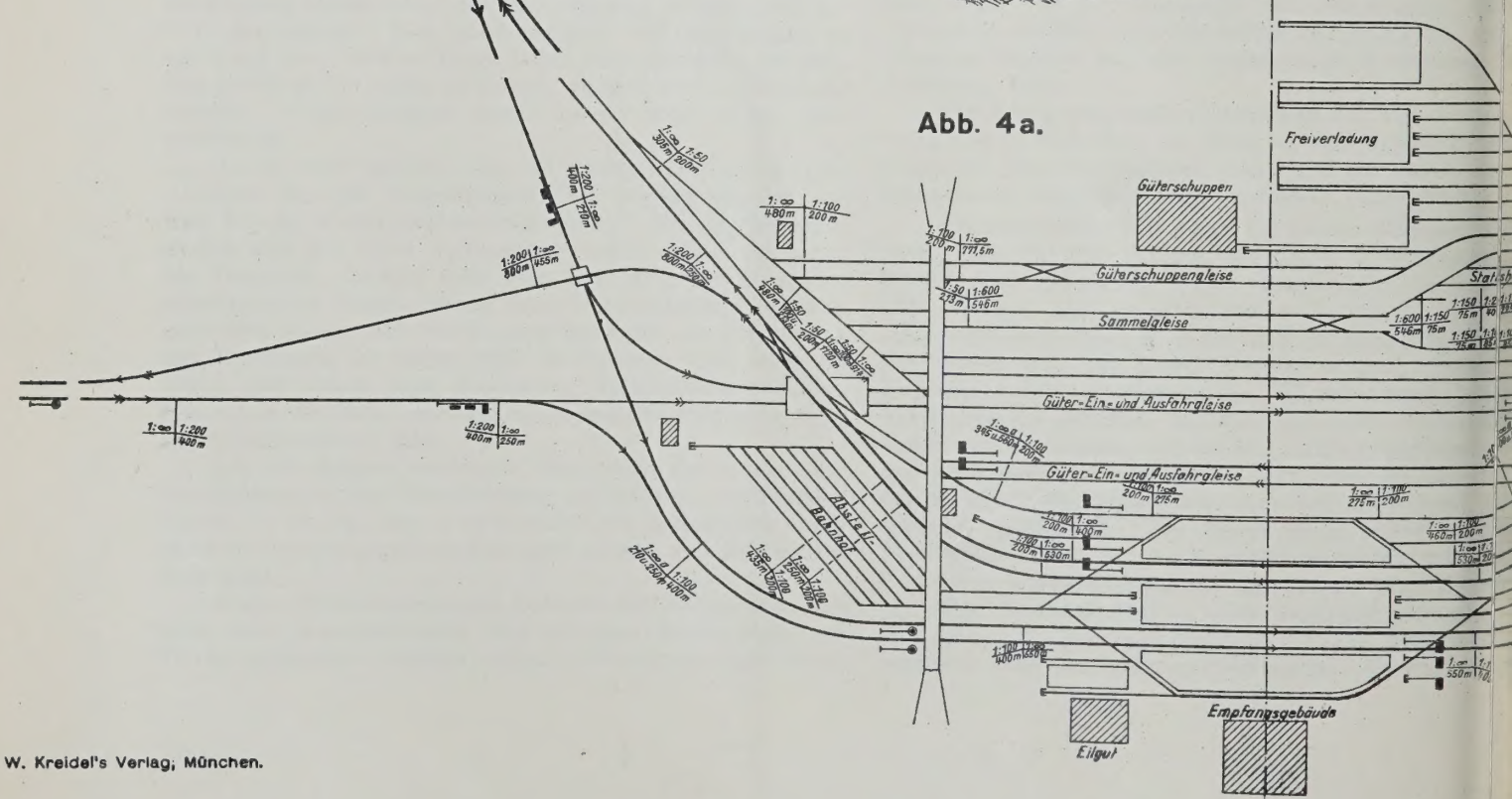


Abb. 4a.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Abb. 6a.

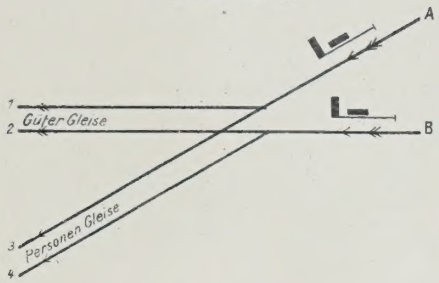


Abb. 6b.

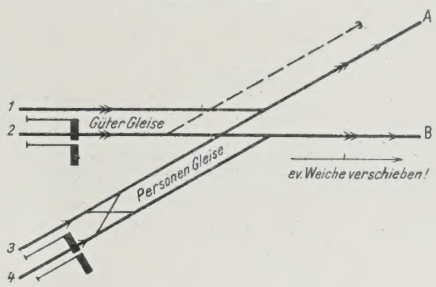


Abb. 7a.

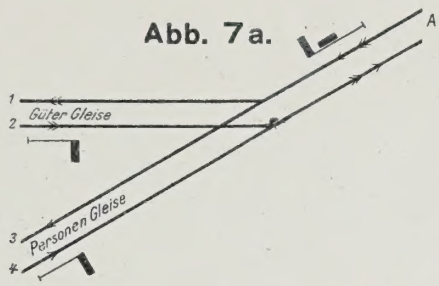
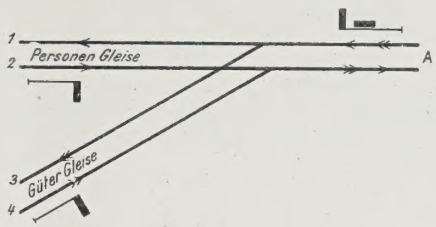


Abb. 7b.



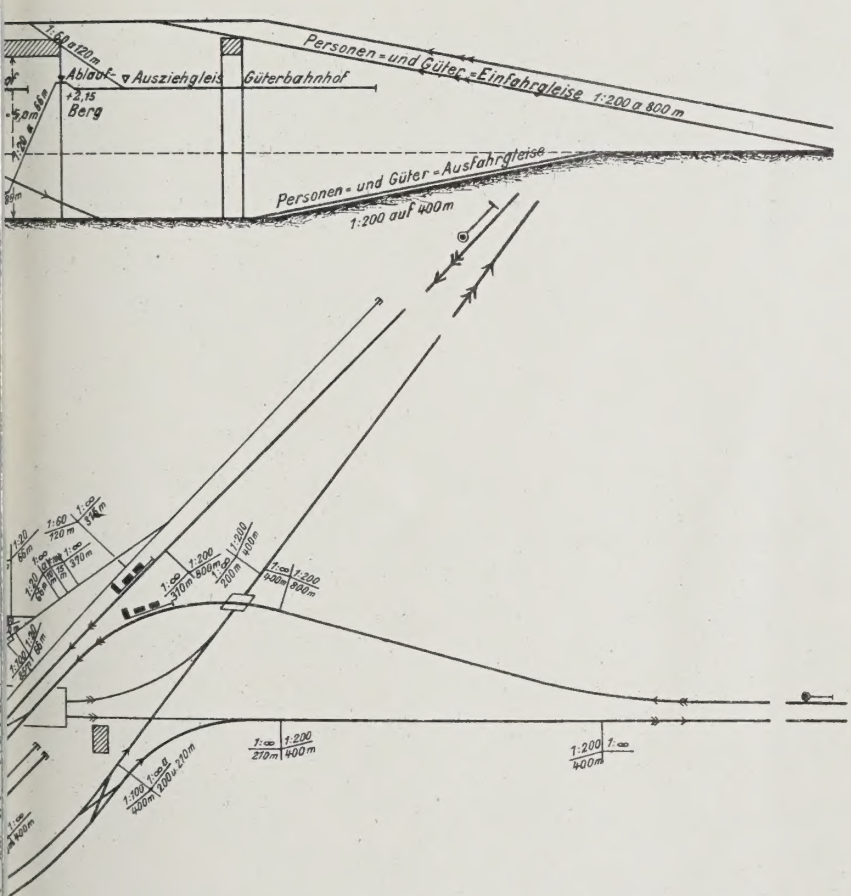


Abb. 1.

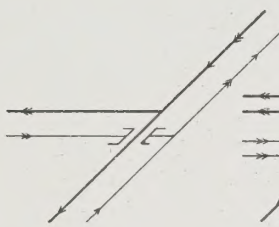


Abb. 2.

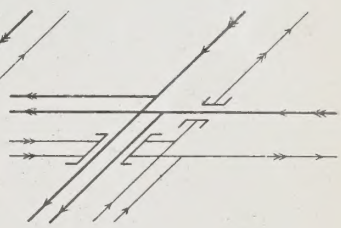
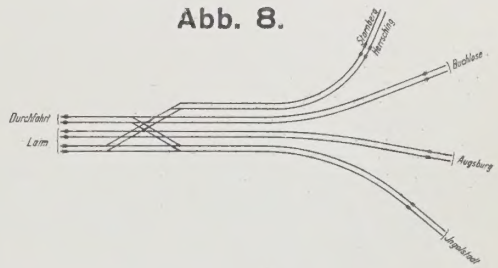


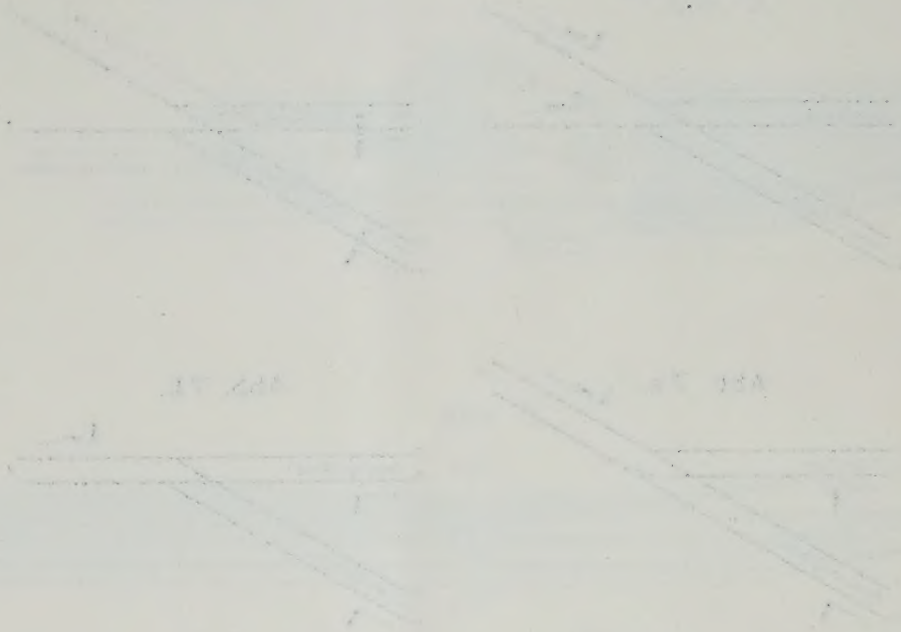
Abb. 8.



Zum Aufsatz:

Über die schienenfreien Gleisentwicklungen.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



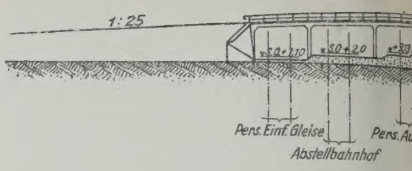


Abb. 1b.

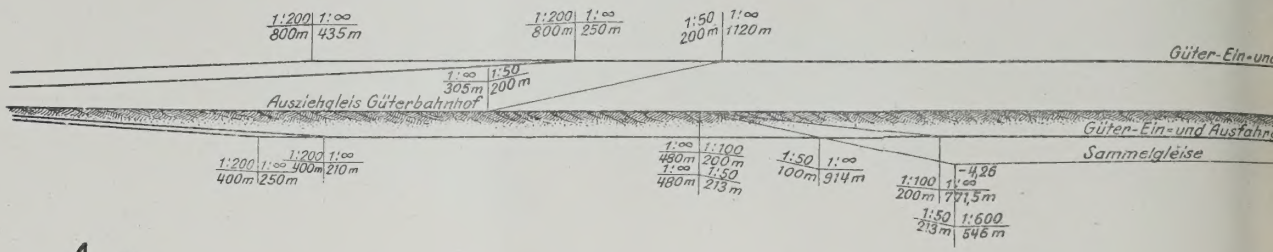


Abb. 1c.

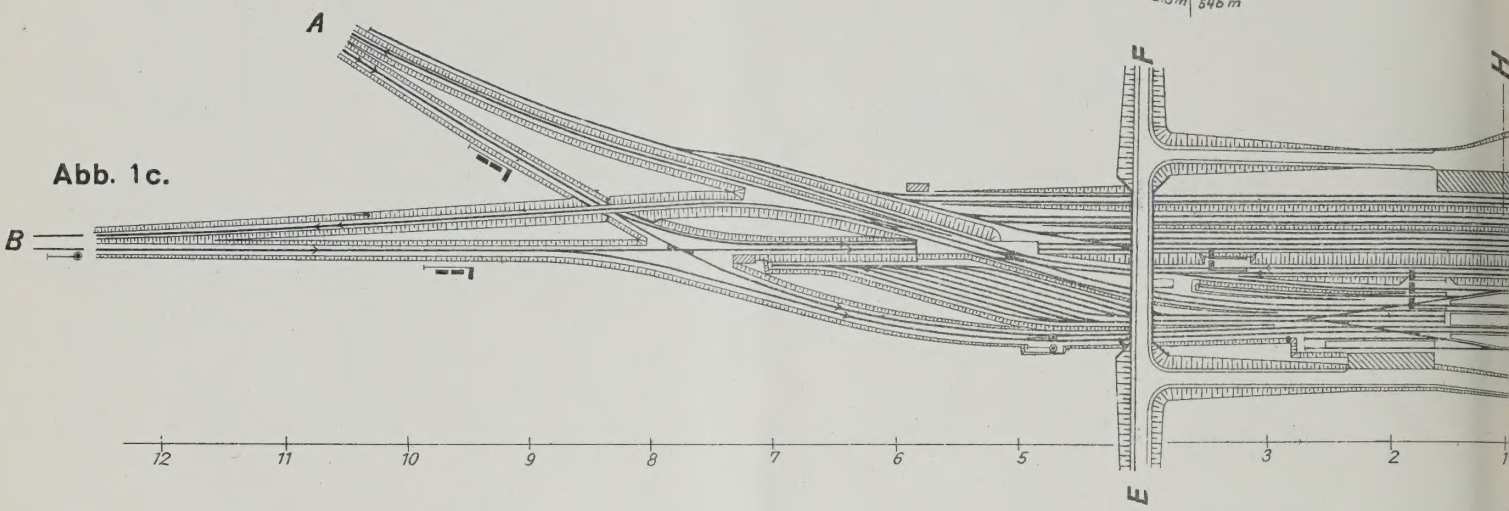


Abb. 1d.

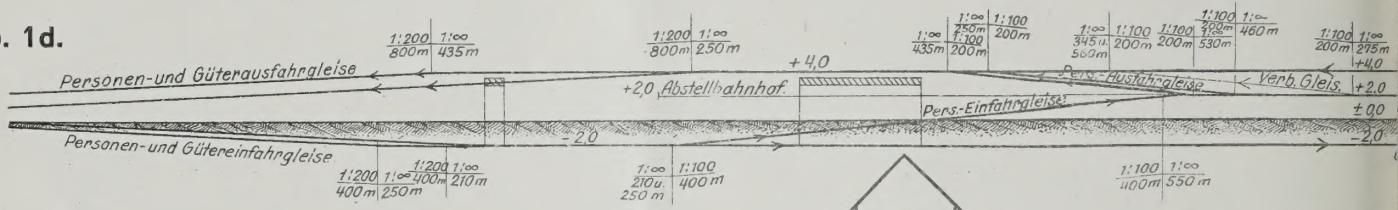


Abb. 1e.

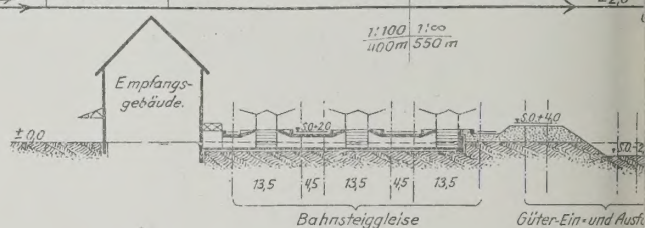


Abb. 2a.

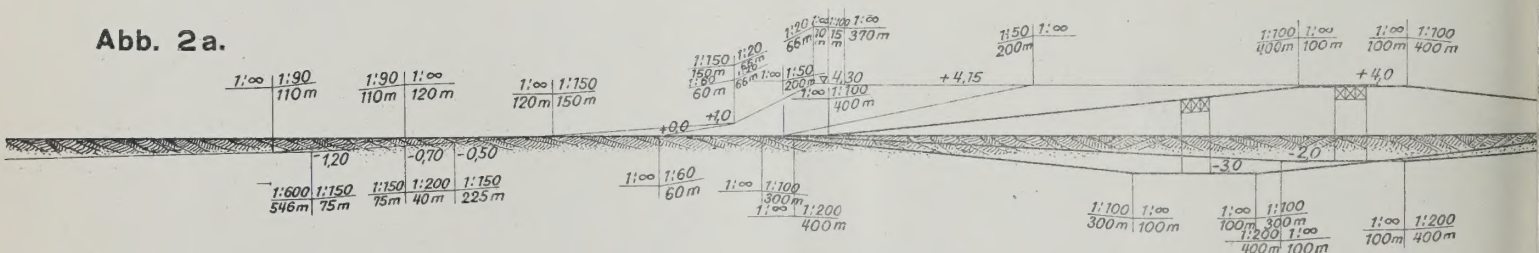
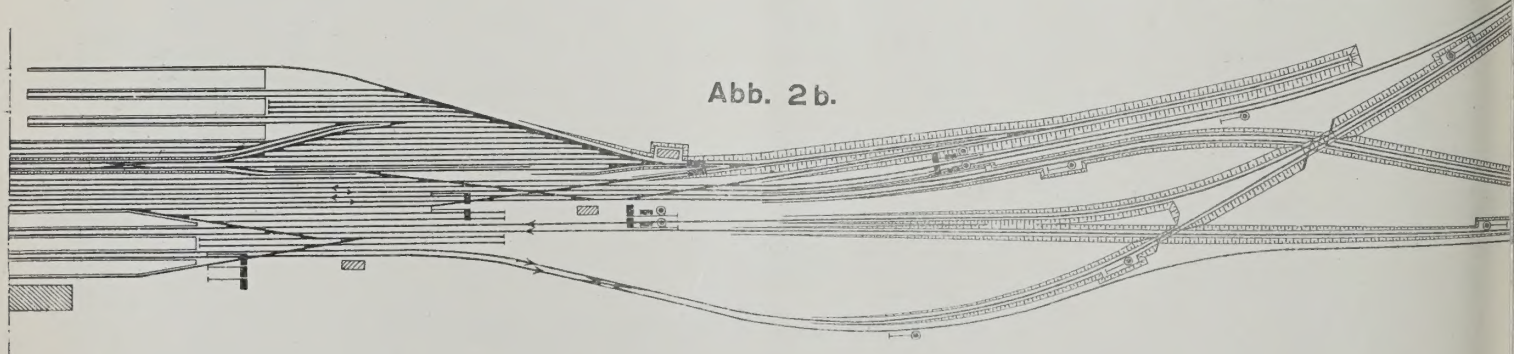
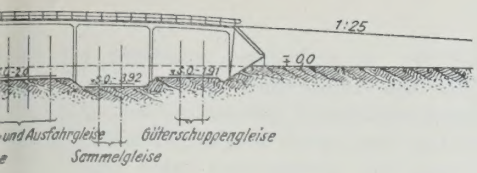
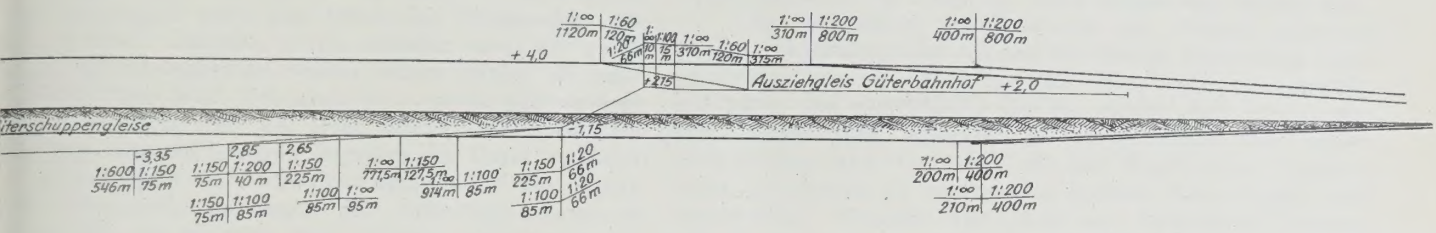


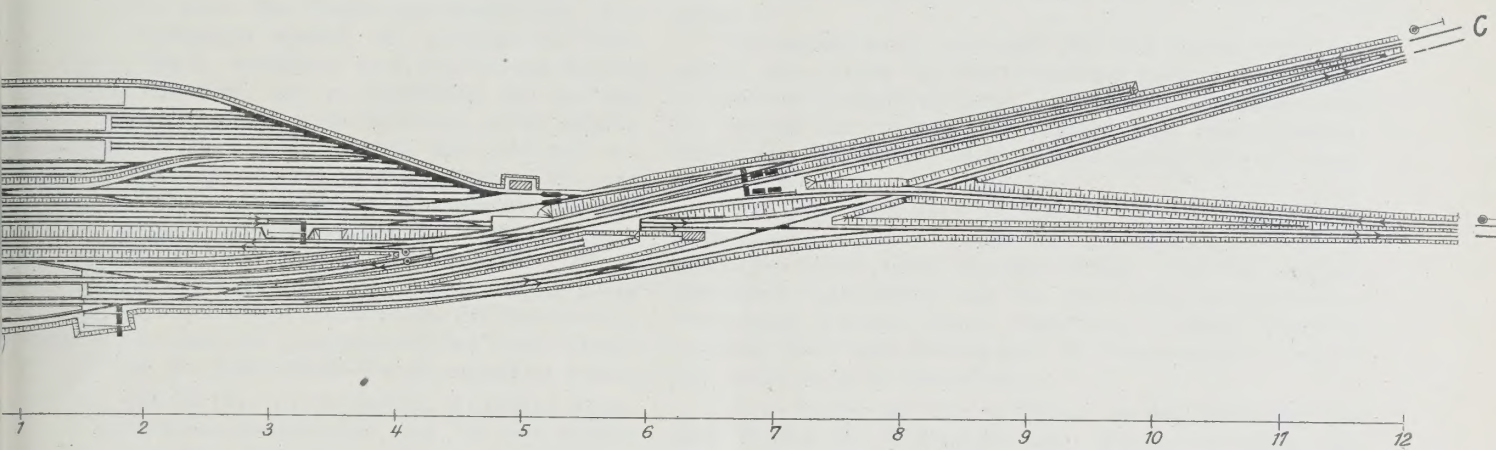
Abb. 2b.

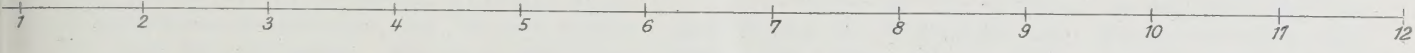


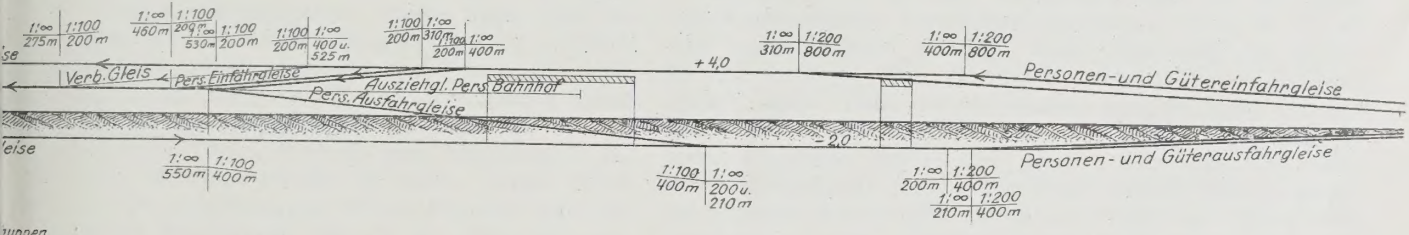
C. W. Kreidel's Verlag, München.

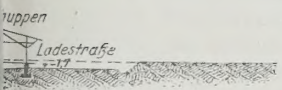


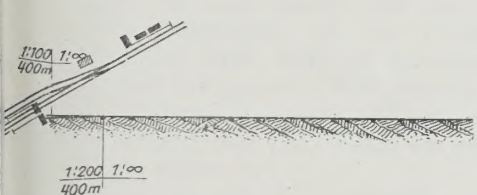


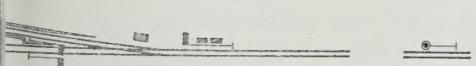


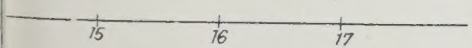












Zum Aufsatz: Über die schienenfreien Gleisentwicklungen.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

weit das überhaupt erreichbar ist und hier kommen wir ich auf den tiefsten Unterschied der Auffassung. Aller- s hat sich das Gesicht des Eisenbahnbetriebes gegen früher ommen geändert; es gibt mehr und schneller fahrende . Ich gehe sogar noch weiter. Ich halte es für möglich, wir, namentlich unter dem Druck des Wettbewerbs der twagen, noch häufiger, noch schneller und mit noch peren Abfertigungszeiten werden fahren müssen, ja sogar ie Entwicklung bahnt sich schon an — mehr oder weniger Fahrplan, kurz, dafs wir einen Betrieb bekommen, bei uns nach unseren heutigen Begriffen die Haare zu Berge n, ja noch mehr, dafs wir gleichzeitig, unter dem Druck lben Wettbewerbs, gezwungen sind, unbedingt sicher zu n und dafs wir bei allen diesen äufserst schweren An- rungen, wieder unter dem Druck des Wettbewerbs, die tel nicht aufbringen können, um schienenfreie Gleis- icklungen zu bauen, wenigstens nach den älteren Regeln. n man dem ausweicht, weil es unerfüllbar sei, so kann ielleicht bedeuten, dafs sich die Eisenbahn selbst aufgibt. weilen sind wir noch nicht so weit, aber wer will ver- en, dafs manches in dieser Richtung drängt? Der erste tungsvolle Schritt zur Abhilfe ist die Signalübertragung, nächstens kommen wird; so nützt sie wenigstens auch bisher machen wir sie mehr unter dem Druck einer öffent- n Meinung, die den Kraftwagen die häufigen Unfälle leider t übel nimmt. Der zweite Schritt dürfte die Verbesserung Güterzugbremse sein, so anspruchsvoll das heute klingt, ir gerade erst die Kunze-Knorr-Bremse eingeführt haben. Weil wir die Mittel nicht haben werden, darum ich so weitgehende Bestrebungen, wie sie mein Gegner itt, heute nicht für vordringlich. Man kann sich damit äftigen, wird auch den einen oder anderen Fall finden, nan mit Vorteil Gebrauch davon machen kann, aber die amtrichtung, der Schwerpunkt wird wo anders n. Wir werden leider überhaupt nicht mehr sehr viele entwicklungen zu bauen haben, aber dies werden sicher olche sein, die nicht zu grofse Kosten erfordern.

Das sind freilich Dinge, über die man verschiedener An- sein kann; die obige ist nur die meine. Gegen eine uptung in den Ausführungen meines Gegners mufs ich entschiedenen Widerspruch erheben und kann nicht ver- igen, dafs ich sie bedauere. Er stellt es so dar, als ob f gröfsere, ich auf geringere Sicherheit abziele. Was ich denn mit meinen Gleisentwicklungen angestrebt? Doch Lösung für die Fälle, wo man die bisher gebräuchlichen icklungen aus Mangel an Mitteln und namentlich Platz bauen kann. Ich habe gezeigt, dafs man auch da noch gut Teil der Kreuzungen, oft zwei Drittel und mehr, igen kann. Und dafür mufs ich mir sagen lassen, ich die Sicherheit verringern? Weil nämlich die wenigen bleibenden Kreuzungen andere sind, als sonst nach den n Regeln, während man nach diesen im gegebenen Falle stehen lassen müfste.

Und noch eins, was mit dieser Auffassung eng zusammen- , die Behauptung, ich hätte versucht, durch schematische gung der B. O. zu rechtfertigen, was sachlich verkehrt Als ob nicht auch ich von den sachlichen Gesichts- en ausgegangen wäre, und die formalen nur genannt weil man sich eben mit ihnen auseinandersetzen mufs. esagt doch nichts, wenn diese Auseinandersetzung sehr wurde. Das ist meist so, dafs das Formale einen un- ltnismäfsigen Raum einnimmt. Und die voll bewufste stik, die ich angewendet haben soll? Wohl jeder Praktiker chon hunderte Male in seinem Leben Bestimmungen bis Brechen »gebogen«, nur um sachlich Notwendiges l möglich zu machen, bis die Bestimmungen geändert Man spricht nur meist nicht davon.

Nun bewegt sich alles bisher Erörterte auf akademischem Boden. Richtig greifbar werden solche Dinge erst in der Praxis. Meinem letzten Aufsatz war deshalb mit voller Absicht ein vollständig durchgeführtes Beispiel angefügt, die Gleis- entwicklung bei Pasing. Mein Gegner sagt darüber nur:

»Das von Herrn Dr. Bäseler zum Schlufs gegebene Beispiel von Pasing habe ich aus der kleinen Darstellung nicht nachprüfen können. Wenn es aber unzweifelhaft zweckmäfsig sein kann, eine unglückliche alte Gleisanlage, falls es durchaus nicht anders geht, wenigstens so zu verbessern, dafs immer noch Stellen darin verbleiben, die den Regeln guter Auslagen nicht entsprechen, so werden doch dadurch diese Regeln nicht umgeworfen; vielmehr wird dann aus besonderen Gründen eine Ausnahme zugelassen, die bekanntlich die Regel nur bestätigt.«

Ich wüfste nicht, was auf den Fall Pasing weniger zuträfe, und glaube, dafs Herr Geheimrat Cauer dieses Urteil bei näherer Betrachtung selbst nicht aufrecht erhalten wird. Ich möchte ihn einladen, die Aufgabe mit durchzudenken; sollten die Abbildungen nicht deutlich genug sein, so stehen ja die Urpläne gern zur Verfügung.

Wie liegt denn der Fall Pasing? Von Westen kommen sechs Linien an und gehen für den Personenverkehr im Linienbetrieb nach München weiter. Das ist durchaus gewöhnlich. Abgesehen von der hier nicht interessierenden Vereinigung gewisser Linien (Herrsching, Lindau, Augsburg) entstehen dabei keine Kreuzungen; die Personengleise brauchen uns weiter nicht zu beschäftigen.

Nun zweigen zur Zeit in Pasing aus den Personengleisen nach Norden die Gütergleise ab. Hierbei entstehen viele Kreuzungen. Diese sollen beseitigt werden, indem man die Gütergleise schon auf den Vorstationen abzweigt und unter den Personengleisen schienenfrei durchführt. Was ist an all dem ungewöhnlich? Ist denn dieser Fall nicht die Regel? So sehr die Regel, dafs ich mir einen regelmäfsigeren gar nicht denken kann. Dabei ist das Gelände ziemlich billig und fast ganz frei — das kürzlich erbaute bekannte Unterwerk ist schon so gestellt, dafs es nicht stört — man kann ohne erhebliche Schwierigkeit sowohl über wie unter Gelände gehen, die Strecken liegen schön wie auf einer Tafel und sind so flach, dafs man, da sie in ihrem späteren Verlauf zum Teil durch ziemlich gebirgige Gegenden gehen, erhebliche Steigungen anwenden und leicht Höhen und Tiefen gewinnen kann, auch die Kurven sind flach — könnte eine Aufgabe günstiger liegen? Ist das eine »unglückliche alte Gleisanlage« in dem Sinn, dafs sie Verbesserungen ein in ihrem Wesen begründetes, schon an sich fehlerhaftes Hemmnis entgegenstellt? Wenn diese Aufgabe nicht nach den »Regeln guter Anlagen« zu lösen ist, welche denn dann? Mir scheint, Pasing ist eher ein akademisches Beispiel reinsten Wassers.

Die Gütergleise gehen nun nicht, wie die Personengleise, in lauter einzelnen Linien weiter, sondern nur in zweien, eine für die Durchfahrt nach Osten, und eine zu dem Verschiebebahnhof Laim (wobei von und nach Laim zwei Gleise vorgesehen sind). Infolgedessen entsteht hier durch die Übergänge eine Reihe von Kreuzungen, die für einen dichten Betrieb immer noch zu zahlreich erschienen. Es wäre sehr erwünscht, auch hiervon noch einen Teil zu beseitigen; versucht war es zunächst gar nicht worden, weil es nach den älteren Entwicklungsregeln schlechterdings ausgeschlossen ist, hier überhaupt noch eine Abhilfe zu finden.

Ist hieran etwas ungewöhnlich? Etwa, dafs nicht gleich in Pasing schon der Verschiebebahnhof Laim beginnt, so dafs man alle ankommenden acht Gütergleise unmittelbar in ihn einführen kann, sondern dafs seine Spitze 3 km entfernt liegt? Das wird wohl recht oft so sein. Oder dafs man nicht so viel Platz hat, um alle acht Gleise auf diese Länge durchzuführen?

Selbst wenn man ihn hätte, wer würde den Aufwand wagen? Man kommt eben einfach nicht um die höchst natürliche Tatsache herum, dafs bei Ausgestaltung des Gleisnetzes Punkte entstehen, an denen sich die Trennung, Vereinigung und auch Kreuzung von Gleisen vollzieht, ohne dafs daselbst gerade immer ein »Bahnhof« zu sein braucht.

Hier scheint er allerdings da zu sein, eben Pasing. Wie steht es damit? Die Gütergleise sind in Abb. 8, Taf. 11 nochmals dargestellt. Ihre Vereinigung geschieht durch ein grofses doppeltes Weichenkreuz, wobei bemerkt sein mag, dafs hierin noch verschiedene überflüssige Berührungen stecken; man müfste die eine Weichenstrafse vervierfachen, wenn man wenigstens alle unnötigen Hemmungen ausschliefsen will. Niemand hat bei dem Entwurf bedacht, das Weichenkreuz an dieser Stelle vorzusehen; ohne Zweifel würde es auch mein Gegner nicht beanstanden; es liegt ja im »Bahnhof«. Nun gehen die Gütergleise von diesem Kreuz aus nach beiden Seiten etwa 3 bis 5 km lang unverändert durch. In Pasing selbst hat kein einziger Güterzug planmäfsigen Aufenthalt (so war der Zukunftsbetrieb gedacht). Der Ortsgüterbahnhof sollte von Laim aus durch ein besonderes Gleis im Rangierwege bedient werden. Warum ist denn diese Stelle für die Gütergleise eigentlich ein »Bahnhof«? Vielleicht, weil südlich davon in den Personengleisen ein paar Bahnsteige liegen, in den Personengleisen, die von den Gütergleisen nach beiden Seiten auf viele Kilometer getrennt laufen und keinerlei Verbindung mit ihnen haben? Oder weil nördlich davon ein kleiner Ortsgüterbahnhof liegt, der an einen entfernten Verschiebebahnhof besonders angeschlossen ist?

Augenscheinlich liegt hier in reinster Form jener Fall vor, den ich dadurch begrifflich in Ordnung zu bringen suchte, dafs täglich zum Schein ein Zug halten sollte. Ich nehme gern auch andere Lösungsversuche an, nur um sachlich Selbstverständliches formal möglich zu machen. Die Praxis hat es sich natürlich — mit vollem Recht — viel bequemer gemacht; sie hat hierüber überhaupt nicht nachgedacht, um so weniger, als Pasing ja heute sicher ein Güterbahnhof ist. Es wäre wohl so weiter gegangen — und wird überhaupt, wenn diese Lösung gewählt wird, so weitergehen —, dafs man Ein- und Ausfahrsignale aufstellt, um das Weichenkreuz zu decken, zumal noch eine gewisse Weichenverbindung für seltene, nicht signalmäfsige Übergänge hinzukommt. Aber kann alles etwas daran ändern, dafs der Punkt für die Gütergle eben doch kein Bahnhof ist, nämlich keine »Betriebstelle, der Züge regelmäfsig halten«, sondern nur ein dazu erklär »Übergangspunkt«? Wenn man das praktisch darf, und we Herr Geheimrat Cauer dem zustimmt, ist es mir sehr lie dann bin ich der gezwungenen Aushilfe des »einen haltend Zuges« ledig und werde die Lösung um so lieber auch anderen Stellen verwenden.

Was ist nun weiter geschehen? Ich habe statt der v stehenden Lösung eine andere ausgedacht, bei der der V einigungspunkt der Gleise etwa 1 km weiter westlich lie Es ist hier natürlich nicht mehr und nicht weniger »fr Strecke« oder »Bahnhof«, als in Pasing; diese Begriffe hab ihren Sinn vollständig verloren. Dafür ist es aber gelung hier nicht weniger als zwei Drittel aller Hemmungen du Brücken zu beseitigen, ohne dafs die Entwicklung irgend umfänglicher wird. Ich darf mir die Frage erlauben, was hier sachlich — sachlich, nicht formal — besser u sicherer: Das grofse Weichenkreuz im sogenannten Bahn Pasing mit 20 wahrscheinlichen Zughemmungen täglich o das kleine auf der sogenannten freien Strecke mit 7?

Ein amtlich beteiligter Fachgenosse des Sicherungswes äufserte, ihm wäre die zweite Lösung schon deshalb lieb weil der Mann, der dort die Zugfolge regelt, nicht durch so anderes abgelenkt würde, wie der Fahrdienstleiter in Pas mit seinen vielen Personenzügen. Das ist das Urteil aus Praxis, das man nur unterschreiben kann.

Mein Gegner schliefst mit der Mahnung, das Wort beherzigen: »Leicht beieinander wohnen die Gedanken, d hart im Raume stofsen sich die Sachen.« Kein Techni wird sich dem Ernst dieses Satzes verschliefsen; er war im mein Leitmotiv. Aber wenn es nun gelingt, die Sachen Raume so zu stellen, dafs sie sich nicht m stofsen? Ist dann nicht die eigentliche Aufgabe des Ingeni gelöst? Ob es mir im vorliegenden Falle gelang? Ich die Hoffnung nicht aufgeben, dafs eine ruhige Kritik mir zuerkennen wird, sei es auch äufserstenfalls mit einigen Abstriche und Unvollkommenheiten, die zwischen Wollen Vollbringen zu liegen pflegen.

Versuche über die Beweglichkeit der Schienenenden in Stofsverbindungen.

Von Professor Dr. Ing. **Otto Ammann**, Karlsruhe.

Hierzu Tafel 13.

Nachdem schon vor dem Kriege bei einer Reihe von Klein- und Strafsenbahnen Fufsklammerstöfse System Melaun (Textabb. 1a und 1b) in Gebrauch gestanden hatten, wurden

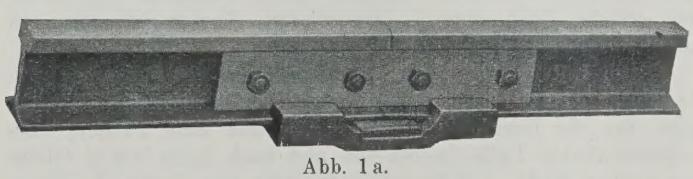


Abb. 1a.

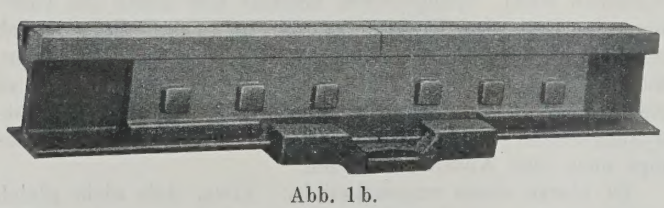


Abb. 1b.

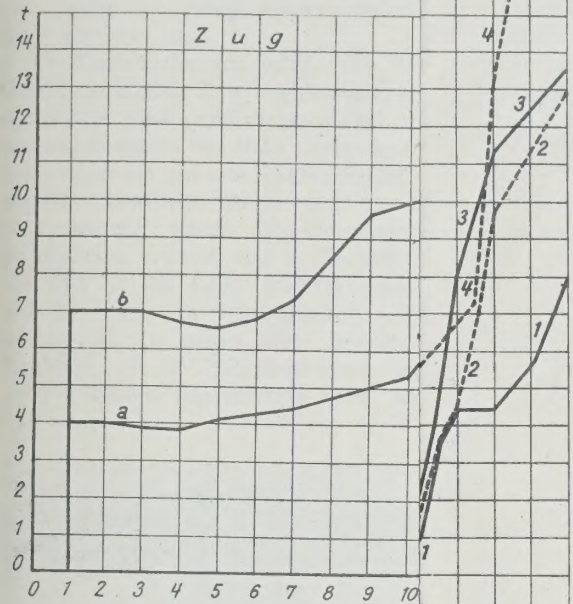
diese Stöfse nach dem Kriege von verschiedenen Bahnen, darunter auch Hauptbahnen, insbesondere zur Wiederinstandsetzung alter, niedergefahrener Gleise neu in Verwendung genommen. Verschiedentlich wurde dabei die Frage aufgeworfen, ob nicht durch die starke Verspannung des verkeilten St die Beweglichkeit der Schienenenden in den Stofsverbindun die mit Rücksicht auf die Ausdehnung der Schienen u wechselnder Temperatur gewahrt bleiben soll, zu stark b trächtigt oder gar aufgehoben wird, so dafs u. U. bei liegendem Gleis Gleisverwerfungen auf mit Melaun-Fufsklam stöfsen versehenen Strecken zu gewärtigen wären.

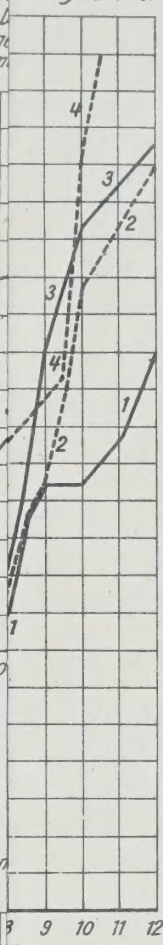
Um den Einfluf der Verspannung des Stofses d die Melaunsche Keilfufsklammer klarzustellen, wurden Laboratorium des Instituts für Strafsen- und Eisenbahn an der Technischen Hochschule Karlsruhe eine gröfsere von Versuchen über die Beweglichkeit der Schienenenden verschiedenen Stofsverbindungen vorgenommen. Dabei han es sich darum, zunächst die Verhältnisse bei den gebr lichen Stöfsen mit Flach- und Winkellaschen, die led mit Schraubenbolzen zusammengehalten sind, klarzulegen dann die zusätzlichen Kräfte zu bestimmen, die beim H fügen einer Melaunschen Keilfufsklammer zur Überwin der durch sie hervorgerufenen — der Bewegung der Schi enden in den Stofsverbindungen sich entgegenstellende Widerständen erforderlich werden. Kommen doch die klammerstöfse von Melaun stets nur in Verbindung mit

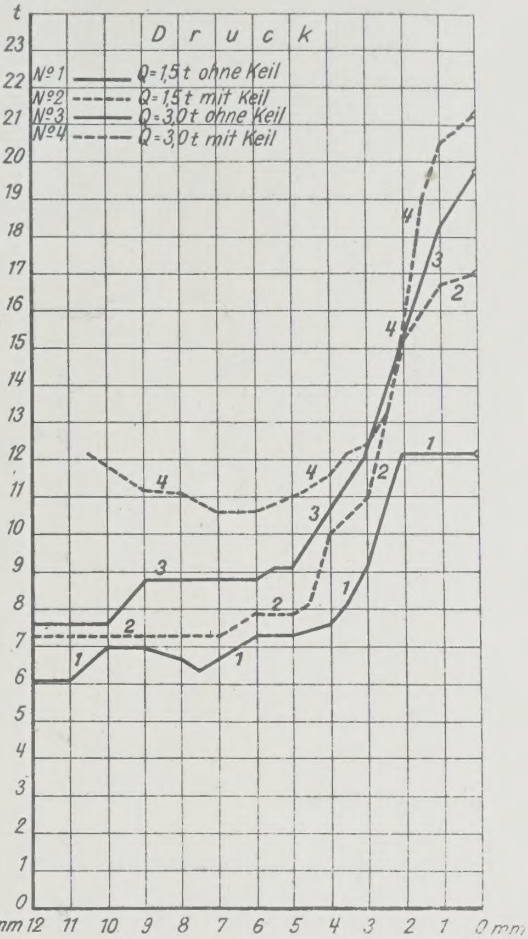
Abb. 4.

n Schienen mit ausgeklinkter Winkellasche, 4 Laschenschrauben ohne

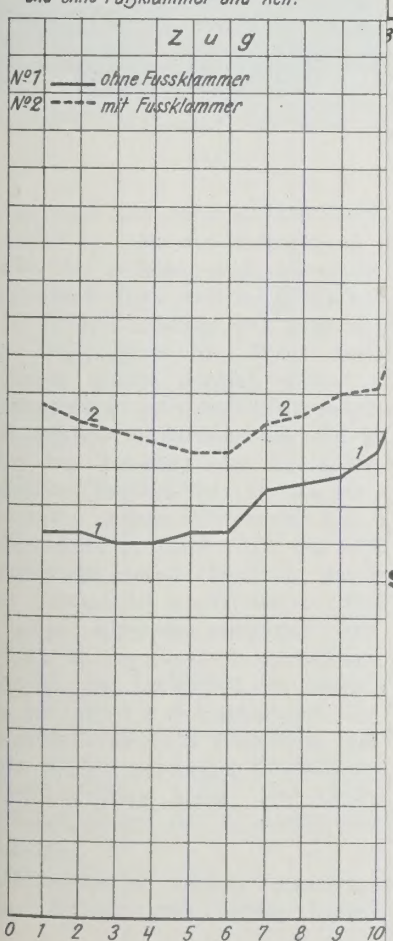
Schienenstoß aus 140 mm hohen Schienen n
in kreisrunden Laschenlöchern von 26 mm D
140 mm hohen Schienen); Schaulinien a.-Schien
von 22 mm Durchmesser ohne Federringe m







Schienenstoß A aus 138 mm hohen Schien
und ohne Fußklammer und Keil.



Zum Aufsatz:

suche über die Beweglichkeit der Schienenenden in Stoßverbindungen.

. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Abb. 1.

Schienenstoß aus 140 mm hohen Schienen mit 80 cm langen Winkellaschen, 6 Laschenschrauben von 24 mm Durchmesser in kreisrunden Laschenlöchern von 26 mm Durchmesser mit Unterlagsringen (normale badische Stoßanordnung für 140 mm hohen Schienen): Schaulinien a. – Schienenstoß aus 138 mm hohen Schienen, Flachlaschen mit 4 Laschenschrauben von 22 mm Durchmesser ohne Federringe mit Melaun-Fußklammer und Keil: Schaulinien b.

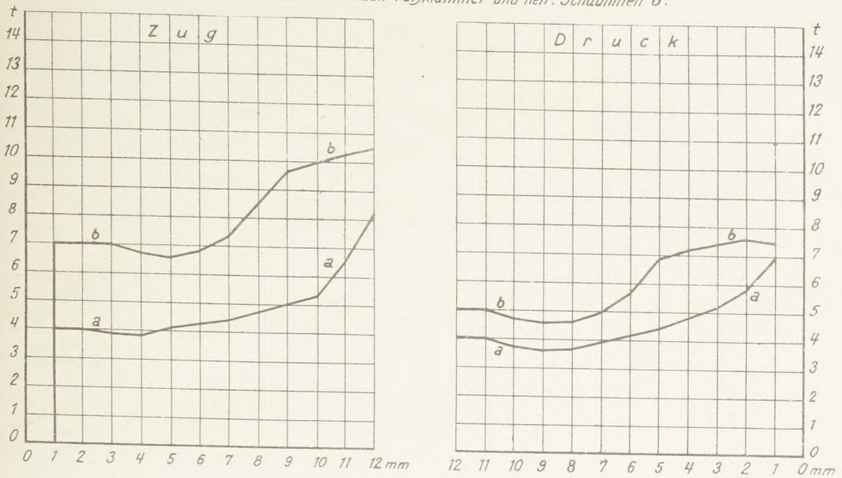


Abb. 2.

Schienenstoß A aus 138 mm hohen Schienen mit ausgeklinkten Winkellaschen und 4 Laschenschrauben mit und ohne Fußklammer und Keil.

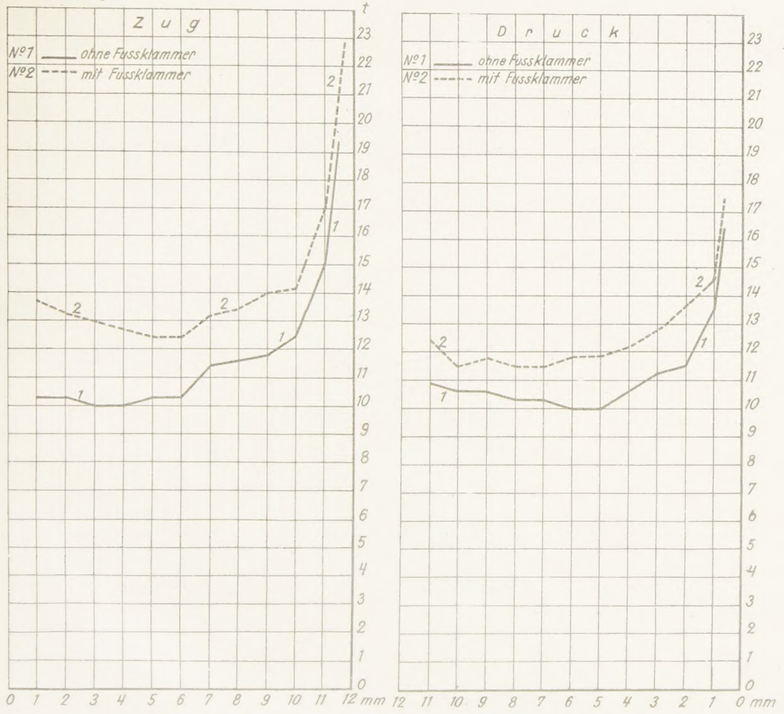


Abb. 3.

Schienenstoß B aus 138 mm hohen Schienen mit ausgeklinkten Winkellaschen und 4 Laschenschrauben mit und ohne Fußklammer und Keil.

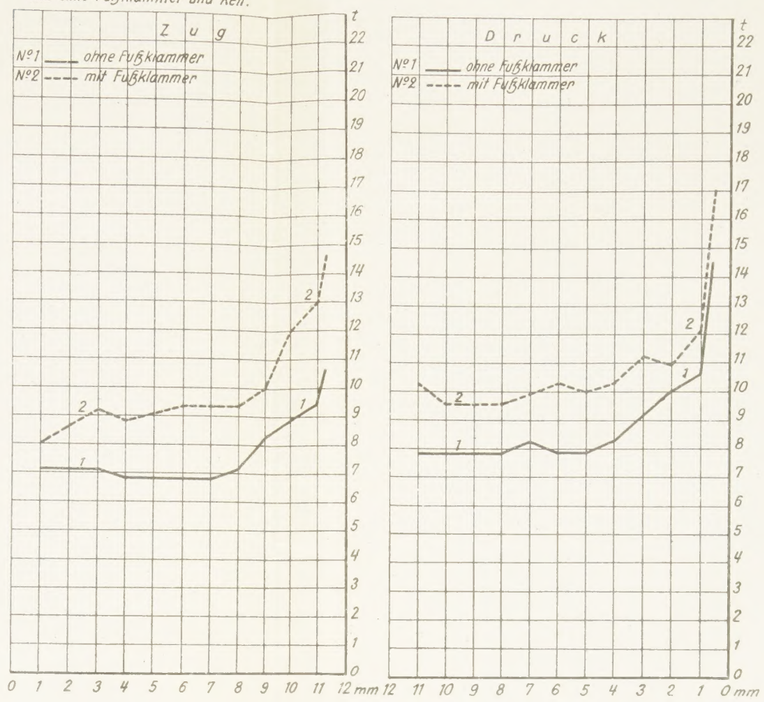


Abb. 4.

Schienenstoß aus 138 mm hohen Schienen mit ausgeklinkter Winkellasche, 4 Laschenschrauben ohne Federringe, mit und ohne Melaun-Fußklammer und Keil.

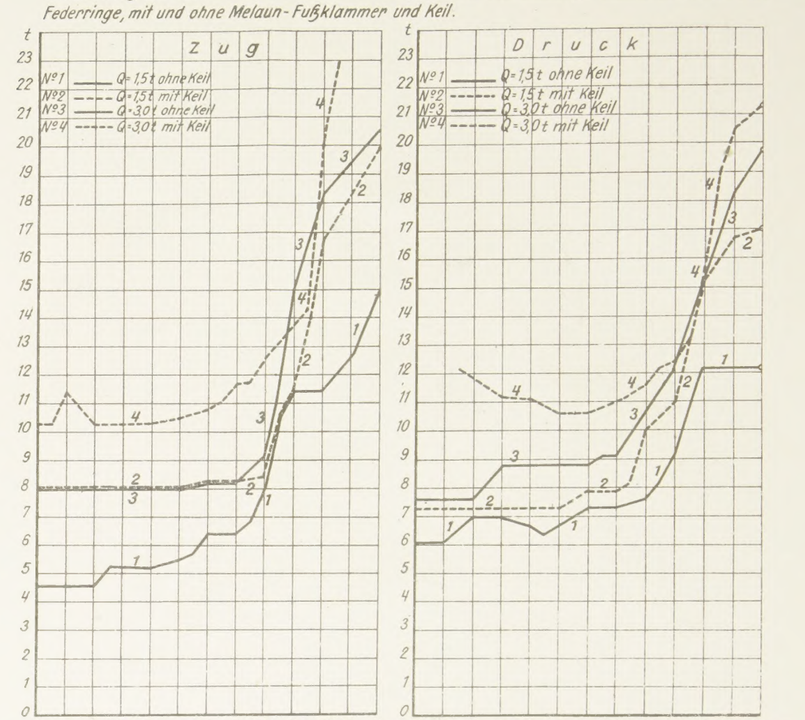
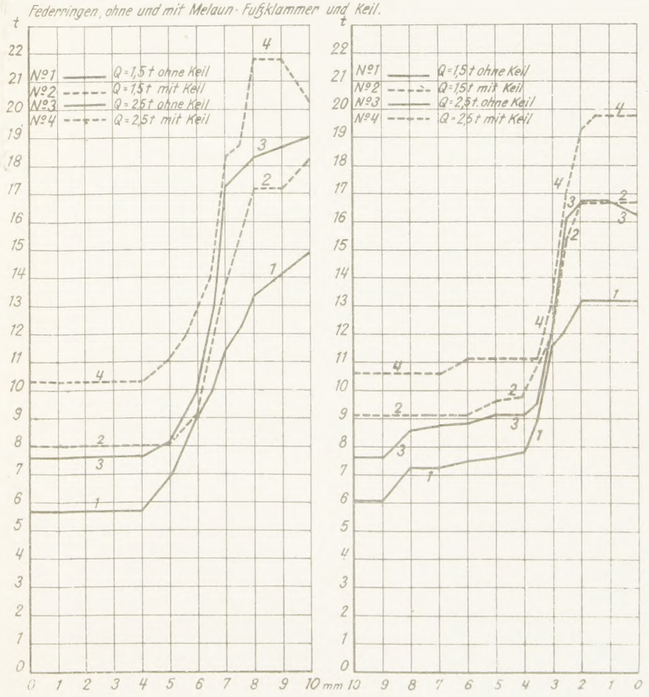


Abb. 5.

Schienenstoß aus 140 mm hohen Schienen mit Flachlaschen, 4 Laschenschrauben mit doppelten Federringen, ohne und mit Melaun-Fußklammer und Keil.



Zum Aufsatz:
Versuche über die Beweglichkeit der Schienenenden in Stoßverbindungen.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

bten Stofslaschen vor, die von der Fufsklammer getrennt nit ihr in ein Stück verbunden sein können, so dafs en Einflufs der durch Schraubenbolzen befestigten, keilin die Laschenkammern der Schienen eingesetzten Stofs- von jenem der hinzutretenden verkeilten Fufsklammern näfsig getrennt hält.

ei den Untersuchungen wurde für die ersten Versuche ichtere, zu diesem Zweck gebaute Prüfmaschine, die das mendrücken und Auseinanderziehen eines in sie ein- en Schienenstofses mit Hilfe zweier hydraulischer Pressen, wechslungsweise auf den beiden Seiten eines zweiarmigen angriffen, bewirkte. Da sie aber nur beschränkte Kräfte ben gestattete, wurde für die späteren Versuche eine ere Maschine benutzt, die in Textabb. 2 dargestellt ist; r ist man in der Lage, Stofsverbindungen auf ca. 30 t und 25 t Zug zu beanspruchen. Wie die Versuchs- isse zeigten, ist selbst diese Maschine nicht in allen imstande, die in Schienenstöfsen auftretenden Wider- zu überwinden, sie genügte aber, um die vorliegende e zu lösen.

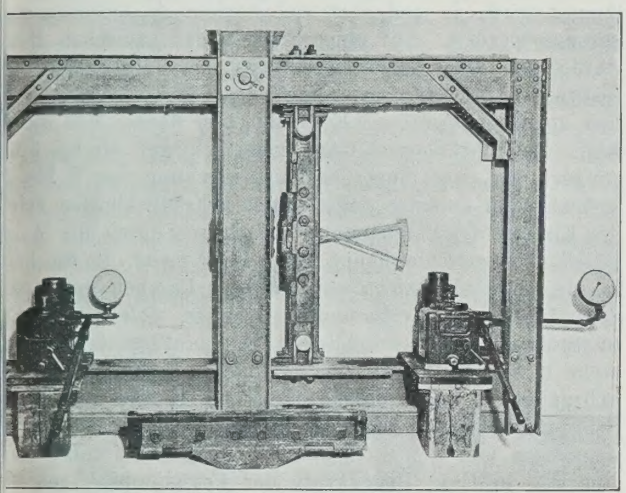


Abb. 2.

m brauchbare und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, es darauf an, dafs die Bedingungen bei den einzelnen hen möglichst dieselben sind. Die ersten Versuche zeigten wie aufserordentlich grofs der Einflufs verschieden starken ens der Schraubenbolzen und jener des Eintreibens des in die Fufsklammer ist. Wenn auch schon bei den Versuchen gröfste Sorgfalt darauf verwendet wurde, Handhabungen so gleichmäfsig wie möglich durchzuführen, ng es doch erst vollkommen bei den späteren Versuchen, m für das Anziehen der Schrauben ein besonderer benschlüssel (Textabb. 3 a), an dem die Anzugskraft abgerden kann, gebaut worden war und auf einer eigenen Prüfmaschine (Textabb. 3 b) die einzelnen Schrauben in untersucht werden konnten, welche Spannkraft bei edener Anzugskraft am Schraubenschlüssel in ihnen auf- Mit beiden Apparaten zusammen war es möglich, die benbolzen in die Laschen mit genau gleicher Spann- inzusetzen. Das Eintreiben des Keiles wurde bei jedem h mit dem gleichen Schlaghammer, der gleichen Schlagnd gleicher Schlagzahl ausgeführt, wie sie sich in Vorien für die zu prüfenden Keilfufsklammerverbindungen sprechend erwiesen hatte. Der Einflufs dieser Fehler- war damit, soweit das bei solchen Versuchen überhaupt , beseitigt.

atürlich können bei solchen Versuchen mit gewöhnlichen uteilen, die nie ganz gleiche Form und Mafse, nie tadellos ineinanderpassende Teile oder glatte, fehlerfreie Berührungsflächen besitzen, keine genauen Zahlenwerte ermittelt, sondern nur die ungefähre Gröfsenordnung der zur Wirkung kommenden Kräfte bestimmt werden, was aber auch für die praktische Beurteilung der Konstruktionen genügen dürfte. Es zeigen das auch die Ergebnisse der nachstehenden Versuche, die trotz ihrer Verschiedenartigkeit doch alle ungefähr zu dem gleichen Ergebnis für die Einwirkung der Verkeilung des Stofses nach System Melaun führen.

Die Versuche wurden so durchgeführt, dafs die sorgfältigst zusammengebauten Stöfse in die Prüfmaschine eingespannt wurden, zunächst längere Zeit ohne genaue Messung und Aufzeichnung der Kräfte hin- und herbewegt wurden, bis zufällige Unebenheiten oder Unregelmäfsigkeiten verschwunden waren, dann, nachdem alles nochmals nachkontrolliert und insbesondere die Schrauben

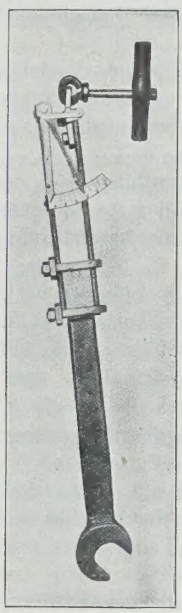


Abb. 3 a.

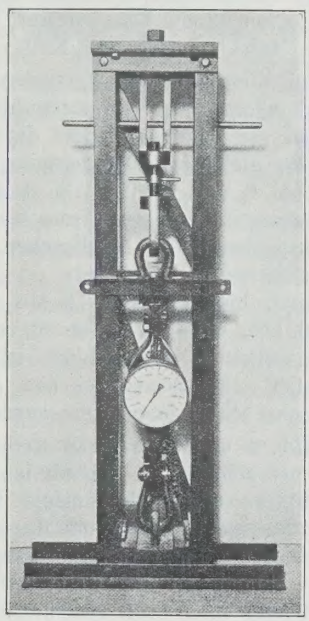


Abb. 3 b.

richtig angezogen waren, mit den eigentlichen Versuchen begonnen wurde. Die Versuche (Zusammendrücken und Auseinanderziehen der Schienenstöfse) wurden anfangs bis 50 mal wiederholt, später aber nur noch etwa zehnmal bei jedem Stofs durchgeführt, da die ersten Versuche gezeigt hatten, dafs eine öftere Wiederholung keinen wesentlichen Einflufs auf das Ergebnis ausübt.

Die Stöfse wurden bei Beginn der eigentlichen Prüfung auf 12 mm Stofslückenweite eingestellt, dann zusammengepreſst, wobei bei der ruckweise vor sich gehenden Zusammendrückung der jeder Vorwärtsbewegung entsprechende Weg an einem in Textabb. 2 sichtbaren Zeigerapparat und der bei Eintritt der Bewegung vorhandene Druck am Manometer abgelesen wurde. Nach vollständigem Zusammendrücken (Schliefsen der Lücke) wurde die Bewegung mittels der zweiten hydraulischen Presse umgekehrt und der Stofs in gleicher Weise wieder auseinandergezogen, bis die volle Lückenweite von 12 mm erreicht war.

Die Ergebnisse jeder Versuchsreihe wurden gemittelt und die Mittelwerte derart graphisch dargestellt, dafs in einem Koordinatensystem auf der Abszissenachse die Lückenweiten von 0 bis 12 mm und als Ordinaten über den Lückenweiten jeweils die Druck- oder Zugkraft, die erforderlich war, um die Stofslücke auf dieses Mafs zu verengen oder zu erweitern, aufgetragen wurde. Es wurde also z. B. in dem Moment, in dem die Stofslückenweite von 8 auf 9 mm sprang, die beim Einsetzen der Bewegung vorhandene Zugkraft am Manometer be-

stimmt und als Ordinate über der Abszisse 9 mm aufgetragen. Die Verbindungslinie der einzelnen Ordinatenendpunkte gibt ein anschauliches Bild über den Kraftbedarf.

Es seien nun nachstehend in einigen Schaulinien die Ergebnisse der Untersuchungen verschiedener Stofsverbindungen gegeben; die Ergebnisse selbst sollen anschliefsend kritisch besprochen werden.

Abb. 1, Taf. 13 zeigt zwei Schaulinien einander gegenübergestellt und zwar:

a) für einen Versuch mit einem normalen badischen Schienenstofs für 140 mm hohe Schienen mit 80 cm langen Winkellaschen, sechs Laschenschrauben von 24 mm Durchmesser in kreisrunden Laschenlöchern von 26 mm Durchmesser mit Unterlagsringen;

b) für einen Versuch mit einem Melaunstofs für 138 mm hohe Schienen, Flachlaschen mit vier Laschenschrauben von 22 mm Durchmesser, ohne Federringe, mit Melaunfufsklammern und Keil.

Bei diesen beiden Versuchen wurde zum Anziehen der Schraubenbolzen nur ein gewöhnlicher 30 cm langer Schraubenschlüssel verwendet, mit dem die Schrauben nach dem Gefühl möglichst gleichmäfsig angezogen wurden.

Abb. 2 und 3, Taf. 13 stellen Schaulinien für zwei für Prüfungszwecke von der Firma Melaun gelieferte Schienenstöfse mit ausgeklinkten Winkellaschen, je vier Laschenschrauben, Fufsklammern und Keil dar.

Auch hier wurde noch ein einfacher Schraubenschlüssel, diesmal aber ein solcher von 60 cm, wie er bei den Bahnunterhaltungsarbeiten gebräuchlich ist, verwendet, mit dem die Schrauben stärker als bei den ersten Versuchen, aber doch nicht sehr scharf angezogen wurden.

Abb. 4 und 5, Taf. 13 stellen die zuletzt vorgenommenen Versuchsergebnisse in Schaulinien dar und zwar:

a) für einen Melaunstofs für 138 mm hohe Schienen, ausgeklinkten Winkellaschen mit vier Laschenschrauben von 22 mm Durchmesser, ohne Federringe, mit Fufsklammern und Keil;

b) für einen Stofs bestehend aus badischen 140 mm hohen Schienen, Flachlaschen des neuen Reichsoberbaues B mit vier Bolzen von 24 mm Durchmesser mit untergelegten doppelten Federringen, Fufsklammern und Keil.

Die Laschenschrauben wurden bei diesen beiden Stöfsen, nachdem vorher das Verhältnis von Anzugskraft am Schlüssel zu der Spannkraft der einzelnen Schrauben in der kleinen Prüfmaschine für Schraubenspannkraft festgestellt worden war, mit dem neuen Schraubenschlüssel mit Mefsvorrichtung derart angezogen, dafs stets alle vier Schraubenbolzen die gleiche Bolzenzugkraft Q bei einer Versuchsreihe aufwiesen. Diese Bolzenzugkraft wurde jedesmal vor Umkehrung der Bewegungsrichtung jedes Versuches wieder hergestellt. Die Bolzenzugkraft wurde bei den Versuchen mit dem Melaunstofs einmal zu 1,5, dann zu 3,0 t, beim badischen Stofs zu 1,5 und zu 2,5 t je Bolzen gewählt. Beide Stöfse wurden in beiden Fällen zunächst o h n e und dann m i t Fufsklammern und Keil geprüft, im ganzen also mit jedem vier Versuchsreihen erledigt, entsprechend enthalten die Abb. 4 und 5, Taf. 13 je vier Schaulinien.

Betrachtet man die fünf Abbildungen, so fällt als charakteristisch einmal das starke Anwachsen der Kräfte jeweils auf dem zweiten Teil des Weges der Schienen auf und zum andern Mal der im grofsen und ganzen betrachtet ziemlich gleichmäfsige Abstand der Schaulinien für verkeilte Stöfse von jenen der unverkeilten.

Zu der ersten Feststellung ist zu bemerken, dafs die Widerstände, die die beiden Schienenenden der Bewegung in der Stofsverbindung entgegensetzen, infolge der kleinen Abweichungen in der Form der beiden Schienen und der dadurch bedingten verschieden starken Anpressung der Laschen in Kammern sehr verschieden ist. Es bewegt sich daher zuerst nur die eine Schiene, die weniger fest eingespann soweit sie kann, dann erst folgt die zweite, für deren Bewe aber erheblich gröfsere Kräfte notwendig werden. Diese scheinung ist die gleiche bei verkeilten und unverkeilten St

Zur zweiten Erscheinung ist zu bemerken, dafs die suche mit den verschiedenartigsten Stöfsen übereinstim zeigten, dafs der Mehrkraftbedarf für das Bewegen der Schi enden nach der Anbringung der Keilfufsklammern im M etwa 2,5 t beträgt. Dieser Wert blieb annähernd derselb stark und bei schwach angezogenen Schraubenbolzen.

Gegen die Versuchsanordnung könnte eingewendet we dafs die Laschenbolzen bei den Versuchen nicht so stark das in der Praxis zu geschehen pflegt, angezogen waren somit die Versuche den Verhältnissen der Praxis nicht entsprächen. Hierzu ist folgendes zu bemerken: Tatsach dafs von den Bahnunterhaltungsarbeitern die Laschenschr mit dem 60 cm langen Schraubenschlüssel, der sogar vorsc widrig manchmal noch durch aufgeschobene Rohrstücke längert wird, da und dort viel stärker, ja unsinnig star gezogen werden. Auf einer Strecke der badischen Haup wurde mit dem Schraubenschlüssel mit Mefsvorrichtung Instituts nachgeprüft, wie stark die Laschenschrauben ta lich angezogen waren. Es ergab sich dabei, dafs die A kraft am Schraubenschlüssel mehrfach auf 40 bis 50 k steigert war, was einer Schraubenspannung von 6 bis 7 spricht. Bei derartig angezogenen Schraubenbolzen spiel der Einfluſs der Verspannung des Stofses durch die Mela Keilfufsklammer überhaupt keine Rolle mehr, da die keil in die Laschenkammern eingreifenden Laschen in diesen derartige Reibungswiderstände aufweisen, dafs sich die Sc im Stofs auch bei erheblichen Temperaturunterschieden mehr bewegen. Es wurden im Institut beispielsweise die Schrauben eines normalen badischen Stofses mit dem Schraubenschlüssel wirklich kräftig, aber ohne Übertr angezogen und der Stofs dann in die Prüfmaschine eing Bei der gröfsten Druckkraft der Prüfmaschine von 30 es unmöglich, die Lücke des Stofses zu schliefsen. Da auch eine einfache Berechnung. Der Druck D zwischen S und Lasche beträgt je Bolzen

$$D = \frac{Q}{2 \cdot \sin \alpha}.$$

Bei den untersuchten Schienenstöfsen ist tang $\alpha = 1/3$, de

$$D = 1{,}58\ Q.$$

Der gesamte durch einen Bolzen hervorgerufene Druck ist

$$D' = 4\,D = 6{,}30\ Q.$$

Hiernach beträgt die Kraft K, die zum Auseinanderziehe Zusammendrücken des Stofses ohne Verkeilung notwen wenn:

n = die Anzahl der Bolzen einer Schiene,
μ = der Reibungskoeffizient ist:

$$K = n \cdot D' \cdot \mu = n \cdot 6{,}30\ Q \cdot \mu.$$

Q ergibt sich aus der gemessenen Anzugskraft am langen Schraubenschlüssel zu 6 t.

μ kann nach diesbezüglichen Versuchen zu 0,30 anger werden, so dafs sich für K folgender Wert ergibt:

$$K = 3 \cdot 6{,}3 \cdot 6{,}0 \cdot 0{,}3 = 34{,}0\ t.$$

Demgegenüber treten die 2,0 bis 3,0 t Zusatzkraft, Verkeilung verlangt, ganz zurück.

Es war daher, um den Einfluſs der Verkeilung klar zuschälen, einfach geboten, die Laschenschrauben nicht anzuziehen, wie dies bei den Versuchen geschehen ist. D suchsergebnisse berechtigen jedenfalls zu sagen, dafs s Einfluſs der Verspannung des Stofses durch die Mel Keilfufsklammern, gegenüber dem Einfluſs der festversch

- und Winkellaschen in Grenzen hält, die zu Bedenken rlei Anlafs geben. Dies um so mehr, als ja normalerweise iem Betriebsgleis die Schienenenden sich schon bei viel eren Längsspannungen in den Stofsverbindungen bewegen n, als bei der ruhenden Belastung in der Prüfmaschine, rch die hämmernde Stofswirkung der darüberrollenden die Bewegung rascher ausgelöst wird. Ferner kann stellt werden, dafs eine Vermehrung der Laschenschrauben ier auf sechs Stück im allgemeinen stärker die Beweglichkeit beeinträchtigen wird, als die Zugabe einer dem Schienenprofil entsprechenden Melaunschen Keilfufsklammer zu einer Stofsverbindung mit vier Laschenschrauben.

Zum Schlusse sei noch mitgeteilt, dafs auch die Erfahrungen der Praxis, wie solche auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, auf der Vorortstrecke Berlin—Lichterfelde und auf einer Versuchsstrecke der badischen Hauptbahn gesammelt wurden, bestätigen, dafs die mit Fufsklammerstöfsen System Melaun versehenen Stöfse dem Temperaturwechsel entsprechend arbeiten.

Die neueren Baustähle.

Von Reichsbahnoberrat **Füchsel**, Berlin.

Der Krieg, der für seine eigenen Zwecke nur Werkstoffe ter Wertigkeit bevorzugte, hat bei uns und in anderen n eine wirtschaftliche Lage, die ebenfalls durch den Ruf Gütesteigerung der von der Technik benötigten Werkstoffe nzeichnet ist, geschaffen. Die Verbraucher industrieller gnisse drängen auf Bereitstellung hochwertigen Baustoffs, er die Unterhaltungskosten herabsetzt und die Lebens- verlängert. Die Erzeuger stellen sich in ihrer ganzen bsführung darauf ein, dem Verlangen ihrer Abnehmer ukommen. Soweit die Werkstoffe des Eisenbahnwesens age kommen, hat die vom Verein Deutscher Ingenieure er Deutschen Reichsbahn veranstaltete Eisenbahntechnische g vom September 1924 einschliefslich der Seddiner Aus- ng ausgiebig Gelegenheit gegeben, ihre qualitative Entungslinie zu zeigen*). Zum Abschlufs ist diese Bewegung r Werkstofferzeugung noch keineswegs gelangt. Notngen haben sich zunächst Erzeuger und Verbraucher ser wichtiger Werkstoffe auf bestimmte, dem Verwendungsangepafste Anforderungen geeinigt, um möglichst hohe chaftlichkeit in der Erzeugung auf den Hüttenwerken der Lagerhaltung im Handel und in den Verbraucherben herbeizuführen**).

Unter den Werkstoffen, die im Haushalt der Eisenbahnltungen zufolge ihrer Güteanforderungen und Verbrauchse eine hohe Bedeutung besitzen, stehen die Stahlsorten re Bauwerke, Brücken, Hallendächer usw. mit an erster . Bei der Reichsbahn liegt aufserdem zufolge Einführung rofsraumwagen und der höheren Achslasten der Lokoen ein erhöhtes Bedürfnis zur Auswechslung älterer xen vor.

Zwei Vorgänge haben die Entwicklung des hochwertigen ahls merklich beeinflufst. Die Stahlwerke des In- und nds haben in den letztvergangenen Jahrzehnten wohl für ne Bauwerke dem Konstrukteur Stahl beträchtlich höherer verte, als wie sie zumeist bei Verwendung des in die en aufgenommenen St 37 üblich sind, zur Verfügung lt. Das waren Ausnahmen des Gesamtbilds. Etwa zeitzusammenfallend mit dem Ruhreinfall der Franzosen haben hst einzelne deutsche Stahlwerke mit aller Energie die be angepackt, einen hochwertigen Stahl, der für Verbraucher ich Ersparnisse der zu bestellenden Menge bedeutet, herausngen und seine laufende Fertigung aufzunehmen. Die ntheit der deutschen Stahlwerke schlofs sich, sobald sie r Ruhr wieder freie Hand hatten, der Bewegung an und tete mit Erfolg darauf hin, dafs für die neuen Baustähle geschaffen wurden, die einesteils die Wünsche der Verher erfüllten, andrerseits aber auch der Lage der deutschen Stahlindustrie hinsichtlich der Rohstoffe, Hüttenöfen und Walzwerkanlagen tunlichst Rechnung trugen.

Das andere Merkmal des Entwicklungsganges liegt auf seiten der Verbraucher. Ihre Konstrukteure hatten an den erwähnten, bisher vereinzelten Ausführungen grofser Eisenbauwerke in hochwertigerem Stahl, wie, um einige Beispiele zu nennen, an einer von der Gutehoffnungshütte in Nickelstahl erbauten Brücke, an einer Donaubrücke in Budapest, an der Hall-Gate-Brücke bei New York, den Vorteil schätzen gelernt, die Berechnungsgrundlage des Bauwerks auf der zulässigen Spannung an der Streckgrenze anstatt wie bisher auf der Bruchfestigkeit aufzubauen. Die von der neueren Materialkunde entwickelte Erkenntnis der Bedeutung der Streckgrenze als Grenzzone zwischen dem Gebiet elastischer Formveränderung und dem Gebiet der bleibenden Formveränderung war in weitere Kreise gedrungen und hatte die Überzeugung gefestigt, dafs die Belastungsgröfse eines Bauwerks stets so getroffen werden mufs, dafs seine Formänderungen in allen Teilen im elastischen Bereich vor sich gehen. In diesem Zustand ist dann das Bauwerk weder der sogenannten Alterung mit ihren Sprödigkeitserscheinungen ausgesetzt, noch wird seine Lebensdauer durch einen geringeren Widerstand gegen Ermüdung herabgesetzt.

Die kleineren Unterfragen, wie bei der Werkstoffprüfung auf dem Lieferwerk die Spannung an der Streckgrenze einwandfrei und mit einfachen Hilfsmitteln festzustellen sei, konnten für Abnahmezwecke durch Begrenzung der Zerreifsgeschwindigkeit auf eine Belastungszunahme von 0,5 kg je mm² und Sekunde und durch Verwendung von Mefsgerät, wie das der Bauart Martens-Kennedy, vorläufig befriedigend gelöst werden, bis von dem beim Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik eingesetzten Unterausschufs für die Bestimmung der Streckgrenze eine endgültige Festlegung und Ergänzung der Din 1602 getroffen sein wird. Die Anschauung über die Bewertung der Streckgrenze hatte kurz zuvor bereits bei den Konstrukteuren des Fahrzeugbaues hinsichtlich dynamisch beanspruchter Teile, wie z. B. der Federn, der Kupplungsteile, festen Fufs gefafst und zu ihrer Einführung in die Lieferungsbedingungen geführt. Es war für den Brückenkonstrukteur eine nicht ganz einfache Aufgabe, nachträglich den Sicherheitsgrad der in St 37 ausgeführten Bauwerke in Beziehung zur Streckgrenze zu setzen. Die nach Abnahmeunterlagen angestellte Grofszahlforschung liefs erkennen, dafs der Streckgrenzenwert für St 37 recht erheblich streute, etwa zwischen 18 und 28 kg/mm² lag. Dieser Zustand ist in der freigegebenen Art der Stahlerzeugung und bei dem Fehlen einer entsprechenden Forderung bezüglich der Streckgrenze als ein durchaus natürlicher anzusehen. Für die Bauwerksberechnung wäre ein mittlerer Wert von etwa 22 kg/mm² in Frage gekommen. Der Konstrukteur kam zu der Forderung, dafs hier ein Mindestwert von etwa 30 kg/mm² vorhanden sein müsse, wenn beim Verlassen des bisherigen Werkstoffs St 37 und beim Übergang zu einem Stahl höherer Wertigkeit und höheren Erzeugungskosten ein wirtschaftlicher Vorteil für den Besteller des Bauwerks erwachsen soll.

*) Vergl. meinen Aufsatz über die qualitative Entwicklungslinie isenbahnbaustoffe in „Glasers Annalen“ vom 15. 9. 24.

*) Die vom Verein Deutscher Ingenieure mit dem Verein deutscher hüttenleute und der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde Oktober 1927 geplante Werkstofftagung, verbunden mit Werkrüfschau in Berlin wird eine neue Übersicht über die Eigenten und Verwendungszwecke unserer Werkstoffe bringen.

Unter diesen Erwägungen, die Gegenstand wiederholter Beratungen von Vertretern der hauptbeteiligten Erzeuger- und Verbraucherkreise, des Vereins Deutscher Ingenieure, des Eisenbauverbands, der Deutschen Reichsbahn und von Baubehörden bis zum Ende des letzten Jahres gewesen sind, haben die deutschen Stahlwerke zwei Wege beschritten, um die angestrebte höhere Festigkeit des Werkstoffs zu erreichen. Die Erhöhung des Kohlenstoffgehalts von etwa 0,1 % im St 37 auf 0,25 — 0,3 % führte zum Stahl St 48; die noch weit gröfsere Steigerung des Siliziumgehalts von etwa 0,1 % auf etwa 0,8 % — unter Beibehaltung des dem St 37 zukommenden niederen Kohlenstoffgehalts — führte zum Siliziumstahl St Si, dessen Erzeugungsperiode kaum drei Jahre hinter der des St 48 einsetzte.

Es sei nur kurz darauf verwiesen, dafs die Anschauungen über die zweckmäfsigste Festlegung der Eigenschaften der beiden Werkstoffe sich erst während der ersten Jahre der Verwendung allmählich zu Lieferungsbedingungen dauernden Charakters verdichtet haben; Erzeuger und Verbraucher mufsten an Erfahrungen lernen. Ihr Grundcharakter wich indes von dem anfänglich von ihren Vätern ins Auge gefafsten nicht wesentlich ab. Ich übergehe die Einzelheiten der Entwicklung und werde die Eigenschaften dieser Stähle in der Verfassung, wie sie sich um die Jahreswende als allgemeine Vereinbarung darstellt, behandeln.

St 48. Die Bezeichnung ist der Normensprache entlehnt und deutet an, dafs seine Mindestbruchfestigkeit 48 kg mm² betragen soll; eine obere Grenze ist auf 58 kg/mm² festgelegt, um auszudrücken, dafs eine beliebige Steigerung des Kohlenstoffgehalts nicht erwünscht ist. Hiermit kann eine gewisse Empfindlichkeit des St 48 in der Warmbehandlung besprochen werden. Wegen seines Kohlenstoffgehalts mufs er bei anfallender Feuerverarbeitung vor zu hohen Temperaturen und vor schneller Abkühlung geschützt werden, weil sonst Überhitzung bzw. Härtung eintritt und damit die Zähigkeit des Stahls vermindert wird. Aus dem Erläuterungsblatt Din 1606 kann ersehen werden, dafs die Schmiedetemperatur des St 48 um 50 bis 100° tiefer liegt, als wie sie dem St 37 zukommt.

Der für die Streckgrenze von den Verbrauchern als erwünscht erachtete Wert von 30 kg/mm² schien nach einer grofsen Zahl ausgeführter Lieferungen auch erfüllbar zu sein. Bei Nachprüfungen ausfallender Lieferungen trat mit Deutlichkeit die Abhängigkeit des Streckgrenzenwertes von der Dicke der ausgewalzten Profile zutage. In ein und derselben Schmelzung genügten die dünnen Profile, während bei den dickeren, bei denen ein geringerer Grad der Warmknetung vorliegt, der gewünschte Wert nicht erreicht wurde. Eine Abstufung der Werte nach der Profilstärke erschien nicht zweckmäfsig. Man einigte sich auf die Zahl 29 kg/mm² als Mindestwert für alle Querschnitte.

Die Forderung für die Bruchfestigkeit 48 bis 58 kg/mm² entspricht nach Höhe und Spanne den natürlichen Erzeugungsverhältnissen dieser hochwertigen Stahlsorten.

Die Dehnungsgröfse mit 18 % für Lang- und Querproben ist nicht gerade eine hohe zu nennen. Es sollte jedoch der Abhängigkeit von der Profilstärke und Walzrichtung Rechnung getragen werden. Darum wurde ein Einheitswert, gültig für alle Fälle, festgesetzt. In Lieferungen von Formeisen dünner Profile (< 10 mm) werden sich tatsächlich höhere Dehnungswerte in der Walzrichtung als 18 % finden.

Die andere Zähigkeitsgröfse, der Biegewinkel beim Faltversuch (nach Din 1605) und die Gröfse des hierbei verwendeten Dorndurchmessers ist zum gleichen Wert wie bei St 37, d. h. 180° bei einem Dorndurchmesser = 2 × Blechdicke, in die Vorschrift übernommen worden.

Die Untersuchungen der Erzeuger und Verbraucher, darunter die der Mechanischen Versuchsanstalt des Eisenbahn-Zentralamts, haben sich auf weitere Gütewerte als: Kerbzähig Dauerschlagzahl, Ermüdungsfestigkeit, Gefügeaufbau, Sch barkeit auf der elektrischen Widerstandsschweifsmaschine, die chemische Zusammensetzung und den Reinheitsgrad, erstr Bei diesen Laboratoriumsversuchen wurden befriedigende erhalten. Es wurde aber nicht für notwendig erachtet, Ergeb dieser Ermittlungen in die Lieferungsbedingungen aufzuneh weil die zu verlangende Beschaffenheit des St 48 durch zuvor mitgeteilten Zahlen hinreichend festgelegt wird und eine für beide Teile unerwünschte Belastung des Abna dienstes geschaffen worden wäre.

Eine ergänzende Festsetzung war für Nietstahl zu tr Es war zunächst durch Werkstattversuche an Nietarbeite prüfen, ob der höhere Kohlenstoffgehalt des St 48 beim ziehen rotwarmer Niete in dickere Bleche unter der abkühle Wirkung der kalten Wandungen sich nicht unliebsam beme mache. Eine gewisse Erhöhung der Festigkeit wurde beobachtet, doch konnte die bekannte Kopfschlagprüfung sachgemäfser Nietfertigung immer bestanden werden, ohne Sprödigkeitsanzeichen auftraten. Für die Bedingungen d der Stauchversuch unter gleichen Verhältnissen wie bei S d. h. Stauchbarkeit der Proben (Höhe = zweifacher D messer) auf ein Drittel der anfänglichen Höhe, vereinbart we Die Scherfestigkeit wurde auf die Lage der Bruchfesti abgestimmt und zu 36 bis 48 kg/mm² bemessen.

Der neue Werkstoff mufste durch eine Reihe Bestimmu äufserlich gekennzeichnet werden, damit Verwechslungen anderen Baustahlsorten, wie St 37, sowohl im Verlau Herstellung auf den Hüttenwerken, als bei der Lagerun den Werkstätten der Eisenbauanstalten und im Handel mieden werden. So werden die Blöcke im Stahlwerk ein in das Kopfende gestecktes Stück Eisen kenntlich gem die ausgewalzten Profile rotwarm mit dem Stempel »St und nach dem Erkalten mit einem durchgehenden w Ölfarbestreifen versehen. Bleche erhalten die Beschri »St 48« in weifser Farbe, umrahmt durch einen weifse farbekreis. Die ausgewalzten Nietstangen werden vor mit weifser Ölfarbe gestrichen. Die geschlagenen Niete t erhaben das Kopfzeichen »H«. Nach der Vorschrift n hierzu geeignete Nietwerkzeuge verwendet werden.

Als Erfolg der Einführung des St 48 in den Brück konnte bei einer Reihe ausgeführter Eisenbahnbrücken Gewichtsersparnis von 15 % gegenüber der Ausführung in mit entsprechender Kostenersparnis gebucht werden.

St Si. Die Steigerung der zulässigen Spannung a Streckgrenze von 29 auf 36 kg/mm², wie sie nach den Ang der Erzeuger des Siliziumstahls möglich sein sollte, bot starken Anreiz, mit aller Energie die Eigenschaften Siliziumstahls und seiner Erzeugungsmöglichkeite prüfen. Es ist bekannt, dafs die Freund-Aktiengesel in Charlottenburg, unter Verwendung einer besonderen bauart des Schweizers Bosshardt, vor wenigen Jahre Anstofs gegeben hat, dem Si-Stahl mit niedrigem Kohle gehalt von etwa 0,1 % und einem Siliziumgehalt von anne 1 % als Konstruktionsstahl für Eisenbauten in weiteren Ei Geltung zu verschaffen, und selbst hierzu gewisse Menge aus ihrem kleinen 3 t-Ofen zur Verfügung gestellt hat. Wi bekannt ist, dafs bereits vor 20 Jahren die Schiffe Maur und Lusitania aus Si-Stahl mit 0,27 % Kohlenstoffgeha 1,12 % Siliziumgehalt erbaut worden sind und vor 15 J der Italiener Paglianti eingehende Laboratoriumsversu einer Stahlsorte mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,1 einem Siliziumgehalt von 1 % angestellt hat. Vorzü Erfahrungen mit Si-Stahl höheren Kohlenstoffgehalts deu Erzeugnisses lagen für andere Verwendungszwecke, z. B. stahl, Kupplungsstahl, seit einer Reihe von Jahren vo konnten zu Grofsversuchen mit dem Si-Stahl niedrigen Ph

gehalts durchaus ermutigen. Die gesamte deutsche Stahlstrie nahm die Bewegung auf und erhärtete an Lieferungen Auffassung, dafs das Ausbringen der gewünschten Eigenften nicht von einer besonderen Ofenbauart abhängig ist, dafs für die Herstellung in grofsen Mengen gerade der iens-Martin-Ofen geeignet sei. Die Deutsche Reichsbahn r Führung ihres Brückenbau-Referenten, Geheimrat Ing. e. h. Schaper, darf sich das Verdienst zuschreiben, sie als erste die Verantwortung für Aufträge zur betriebsren Ausführung eiserner Brücken aus Si-Stahl übernommen der Stahlwerkindustrie damit ein schätzbares Absatzgebiet den zu entwickelnden Stahl höherer Wertigkeit erschlossen Die Beratungen zwischen der Deutschen Reichsbahn und Verein deutscher Eisenhüttenleute über die Gestaltung Anforderungen an den Si-Stahl wurden u. a. unter dem chtspunkt gepflogen, dafs der neue Werkstoff auch im enbahnfahrzeugbau, z. B. für die Profile und Blechn der Grofsraumgüterwagen und anderer geeigneter Spezialn, verwendet werden könnte.

Aus den zahlreichen Versuchslieferungen und den kritischen terungen, die gleich wie beim Stahl St 48 stattfanden, rickelten sich folgende Lieferungsbedingungen, bezogen auf langen Proportionalstab:

neisen und Bleche.

Streckgrenze > 36 kg/mm^2.

Bruchfestigkeit > 48 kg/mm^2, mit der Mafsgabe, dafs auch in der Einführungszeit eine obere Grenze von 62 kg/mm^2 nicht überschritten werden darf.

Dehnung in der Walzrichtung $> 20\,\%$,
» quer zur Walzrichtung $> 18\,\%$.

Faltversuch wie bei St. 48, d. h. Biegewinkel 180° bei einem Dorndurchmesser von $2 \times$ Blechdicke.

eisen.

Stauchversuch: Endhöhenmafs des Probekörpers = die Hälfte der ursprünglichen Höhe.

Scherfestigkeit wie bei St. 48, d. h. zwischen 36 und 48 kg/mm^2.

Kerbschlagversuch wie bei St 48.

Als Kurzzeichen wurde die Bezeichnung St Si gewählt.

Die äufsere Kennzeichnung erfolgt sinngemäfs nach den schriften für St 48. An Stelle der Stempelung »St 48« »Si« zu setzen. An Stelle der weifsen Ölfarbe tritt silberzende Aluminiumfarbe, sowohl bei Formeisen und Blechen auch bei Nieteisen. Die Nietköpfe erhalten statt des »H« erhabenen Buchstaben »Si«.

Auf Grund der höheren Gütewerte des Si-Stahls konnten die Berechnung von Bauwerken die zulässigen Spannungen rmals erhöht werden um 50 % der für St 37 bestimmten, rend die für St 48 zugelassene Erhöhung nur 30 % beträgt. ige Brücken aus Si-Stahl befinden sich z. Zt. in Ausführung. Der Aufpreis des gewalzten Si-Stahls gegenüber der Marke St 37 beträgt etwa 25 %.

Über die Verarbeitbarkeit von St 48 und Si-Stahl auf den Arbeitsmaschinen der Eisenbauanstalten und auf den Montageplätzen kann etwa die gleiche Wahrnehmung ausgesprochen werden, dafs der Kraftverbrauch der Arbeitsmaschinen etwas gröfser ist als bei St 48, dafs aber Schwierigkeiten nicht aufgetreten sind. Die höhere Lage der Streckgrenze erklärt, dafs der Formänderungswiderstand ein gröfserer ist. Z. B. macht der Nieter die Erfahrung, dafs diese Eigenschaft auch für den warmen Zustand zutreffend ist.

Eine Betrachtung über neuere Baustähle würde unvollständig sein, wenn man nicht auch den Vorgängen in der Erzeugung hochwertigen geschmiedeten Si-Stahls und des Stahlgusses Erwähnung tun wollte. Die gewalzten St 48 und Si-Stähle gehören ihrer Art nach, wenn man sie unter den Gesichtspunkten der Normungsarbeiten bezeichnen wollte, in die Reihe derjenigen Sorten, die das Din-Blatt 1612 aufführt. Den geschmiedeten Si-Stahl möchte ich der Art nach mit den Sorten, die in Din 1611 und 1661 eingereiht sind, vergleichen. Seine Verwendung geht vorzüglich den Fahrzeugbauer an. Bisher bestand Bedürfnis, für Treibzapfen (Einsatzmaterial) die Marke St C 10.61 und für Kolbenstangen, Treib- und Kuppelstangen die Marke St 50 in gröfseren Mengen zu verwenden. Mit steigender Leistung der Lokomotiven entstand der Wunsch, Stahlsorten höherer Wertigkeit zur Verfügung zu haben. Die Stahlindustrie hat hierfür ebenfalls Si-Stahl, jedoch von erhöhtem Si-Gehalt von etwa 1,4 bis 1,6 % und niedrigem C-Gehalt (0,1 %), geeignet sowohl als Ausgangsstoff für einsatzgehärtete Zapfen, als auch für Stangen, die nach dem Schmieden normal geglüht werden, angeboten. In der derzeitigen Entwicklungsstufe beschränke ich mich darauf, zu erwähnen, dafs die Streckgrenze des normal geglühten Zustands etwa bei 40 kg/mm^2 liegt, die Dehnung am langen Proportionalstab $> 20\,\%$ ist, die Kerbzähigkeit > 10 mkg/cm^2. Die Einsetzbarkeit ist gut. Der Preis liegt etwa 15 % höher als beim bisherigen Flufsstahl für Einsatzzwecke.

In der Entwicklungslinie des Stahlgusses ist ebenfalls höhere Wertigkeit an der Streckgrenze und Dehnung als Merkzeichen anzusehen. Diese Gütewerte werden durch höheren Si-Gehalt bei niedrigem C-Gehalt erreicht. Versuche, bei denen die verschiedenen Eigenschaften nach einschläglichen Prüfverfahren ermittelt und Festigkeitswerte in höheren Temperaturen, zwischen 200 und 600°, festgelegt werden sollen, sind von berufenen Stellen in Angriff genommen worden; hierüber folgt weitere Mitteilung zu gelegener Zeit. Voraussichtlich kann auch denn übersehen werden, welche Gütewerte der im 10 t Bofshardtofen*) erschmolzene Si-Stahl in laufender Fertigung besitzt.

*) Neuerdings bei den Mitteldeutschen Stahlwerken, Abteilung Gröditz, aufgestellt.

irmeableitung aus den Schienen nach der Bettung und Weglassung der Stofslücken im Eisenbahngleise.

Von **R. Scheibe**, Finanz- und Baurat a. D., Klotzsche bei Dresden.

Der hier besprochene Versuch wurde im Materialprüfungs-Versuchsamte an der technischen Hochschule zu Dresden einem von der Aktien-Gesellschaft Lauchhammer in Riesa a. E. Verfügung gestellten Modelle (natürliche Gröfse) ausgeführt. Modell bestand aus einem 50 cm langen Schienenstück, auf einem 63 cm langen Stücke der Scheibe-Hohlschwelle rr befestigt und in trockenem groben Kiese innerhalb s Holzkastens gebettet war. In ähnlicher Weise war ein ites, auf einem Holzschwellenstücke wie üblich befestigtes ienenstück gleicher Form behandelt. Beide hintereinander chalteten Schienenstücke trugen auf ihren Köpfen (Abb. 2) Wicklungen von Rheotandraht, die den aus dem Hauptnetz entnommenen Strom in Wärme umsetzten. Das Verhalten der auf diese Weise den Schienenstücken zugeführten Wärme wurde in beiden Fällen mittels thermoelektrischer Elemente dadurch festgestellt, dafs diese Elemente mit denjenigen Punkten der Schienen, der Schwellen, der Verbindungsteile und der Bettung, die für die Beurteilung der Wärmesteigerung und Wärmefortleitung in Frage kamen, in Berührung gebracht waren. Die in diesen, vorher geeichten, Elementen durch den jeweilig an den Mefspunkten herrschenden Wärmezustand erzeugten Schwachströme wurden mit Hilfe eines Millivoltmeters (Hart-

mann & Braun, Fraukfurt) gemessen und dann in Celsiusgrade umgerechnet.

Die Thermoelemente waren sinngemäfs numeriert und auf schmelzendes Eis bezogen, mit einer Schalttafel verbunden, die in bestimmten Zeitabständen die Ablesungen am Millivoltmeter vermittelte.

Um genügend viele Vergleichs- und Durchschnittswerte zu erhalten, wurden zunächst an 22 Tagen je fünf bis sieben Beobachtungsreihen abgelesen und aus diesen die Diagramme (Beispiel: Nr. 1 bis 4) entwickelt. Letztere enthalten als Abszissen die Zeitdauer der Heizung und als Ordinaten die Steigerung der Wärme von der Anfangstemperatur an gerechnet.

Die ersten 14 Beobachtungstage waren lediglich den Ableitungsverhältnissen am Hohlschwellenmodell gewidmet, während die nächsten vergleichsweise auch die Schiene auf der Holzschwelle mit umfafsten.

Da der Schienen**fufs** der die Wärme unmittelbar abgebende Teil ist, so wurde seine Wärme und nicht die des Schienenkopfes als Mafsstab für den Versuch angenommen.

Aus den Beobachtungen ergeben sich folgende Tatsachen:

a) Die Hohlschwelle reagiert auf die ihr zugeführte Wärme auch dadurch, dafs sich die inneren Abmessungen ihres Querschnittes vorübergehend verändern. Dieser Vorgang, der bei den angewendeten Wärmesteigerungen bis 25 Hundertstel Millimeter umfafst, wurde durch Mefsuhren im Schwelleninnern festgestellt.

b) Die Gleichheit des Stoffes der Schiene und der Hohlschwelle des Modells und die innige gegenseitige Berührung auf grofsen Flächen unter stärkster Anpressung aneinander vermitteln den sofortigen Beginn des Übertrittes der der Schiene zugeführten Wärme nach dem 1,6 mal mehr Eisen enthaltenden Schwellenstücke mit Befestigungsteilen, aus dem sehr bald, wie die Diagramme zeigen, die Weitergabe von Wärme an die Ausfüllmasse der Schwelle und die aufserhalb liegende Bettung erfolgt. Die Anwesenheit von Luft in der Bettung und deren Trockenheit verlangsamen und beschränken zwar zunächst die Wärmeaufnahmsfähigkeit der Bettung, sie läfst aber die Steigerung ihrer Temperatur auch dann noch zu, wenn der Wärmezufluls aus der Schiene schon aufgehört hat und die Wärme nur aus der Schwelle bis zum Ausgleich entnommen wird.

c) Im Anfang der Schienenheizung findet infolge des grofsen Wärmegefälles ein rascherer Wärmeabfluls, eine stärkere Steigung der Wärmekurven der Eisenteile statt, die dann einen langsamer steigenden Verlauf nehmen als Folge geringer werdenden Wärmeaufnahmsfähigkeit des Eisens der nicht schärfer werdenden Heizung. Auf welcher Ur die Senkung im letzten Teile der Schienenfufskurve in gramm 3 beruht, ist nicht aufgeklärt. Unterdessen geht die Wärmesteigerung in der Füllmasse und in der Be weiter, deren Kurven stetig ansteigen. Bei stärkerer He (24 Ampere von 110 bis 140 Volt) treten vorstehende sachen stärker in die Erscheinung.

d) Die Abweichungen der Millivoltablesungen in Beobachtungstabellen hinsichtlich der einzelnen Beobacht punkte an verschiedenen Tagen bei derselben Heizung darin begründet, dafs Gebäudeerschütterungen, die zur der Beobachtung durch andere Arbeiten entstanden, die Th elemente beeinflufsten, so dafs sie nicht in gleichbleib Weise den Kontakt mit der Beobachtungsstelle, der sie die hielten und dementsprechend verschiedene Schwachström zeugten, die dann auch verschiedene Wärmegrade erg Der Beurteilung wird deshalb vorläufig der Durchschnitt aus den Spalten 11, 13 und 15 der Übersicht I zug gelegt.

e) Die Erwärmung des Fufses der auf der Holzsch verlegten Schiene beträgt bei gleicher Wärmezufuhr mind das $1\,^1/_2$fache derjenigen des Fufses der Hohlschwellensch Bei stärkerer Erhitzung, die aber aus örtlichen Gründen statthaft war, würde sich der Unterschied noch schärfer he

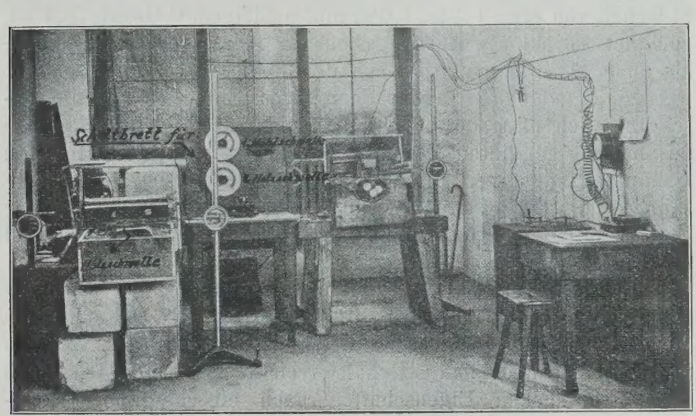


Abb. 1.

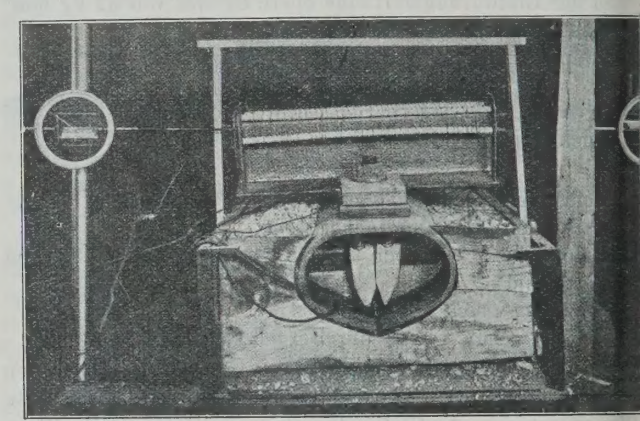


Abb. 2.

gestellt haben. Aufserdem war der Wärmeverlust Strahlung infolge Luftzuges bei der Holzschwellensc gröfser als der bei der Hohlschwellenschiene.

f) Soweit nicht die jeweilig angewandte Heizungsen oder die in Punkt d) behandelten Gründe Abweichu hervorriefen, wurden 68 bis 63,4 % der Schienenfufswärm der Hohlschwelle mit Befestigungsteilen nachgewiesen, 2 31,3 % in der Schwellenfüllmasse und 17 bis 15,8 % i Bettung.

Die praktisch vorkommenden Temperaturgrenzen wu dabei eingehalten. Das berechtigt zu der Annahme, dafs die Wärmeableitung aus der Schiene nach einer gew Gesetzmäfsigkeit vollzieht, die von den erreichten Wärmegr unabhängig ist.

g) Eine Beurteilung der Frage der Längsausdehnung infolge der in der Schiene verbleibenden Restwärme ent und die durch die starre Schienenbefestigung hinderlich einflufst wird, ist nach folgendem möglich: Mittels der an Enden der Schienenstücke aufgestellten Zeigerapparate (Al und 2), deren Angaben bis auf $^1/_{100}$ mm genau sind, w bei vier aufeinander folgenden Ablesungen die Deh gemessen zu:

b-ngs-r. m März 26	Holzschwellenschiene					Hohlschwellenschiene				
	Wärmesteigerung des 50 cm langen Schienenstückes in °C	Gemessene Dehnung links	Gemessene Dehnung rechts	Gemessene Dehnung zusammen	Berechnete Dehnung $\lambda = \frac{L \cdot x}{85000}$	Wärmesteigerung des 50 cm langen Schienenstückes in °C	Gemessene Dehnung links	Gemessene Dehnung rechts	Gemessene Dehnung zusammen	Berechnete Dehnung $\lambda = \frac{L \cdot x}{85000}$
		in Hundertstel Millimeter					in Hundertstel Millimeter			
	25,3	5	5,5	10,5	13	15,1	2	3	5	8
	31,0	8	9	17	18	18,6	5	3,5	8,5	11
	31,9	8,5	9	17,5	18	20,5	6	4	10	12
	33,1	8,5	10	18,5	19	22,5	8	4	12	13

Das Verhältnis von annähernd 3 : 2 der Ausdehnung der chwellenschiene zu der der Hohlschwellenschiene ist bei vier Ablesungen der Beobachtung vom 25. März kenswert. Die Heizung beider Schienenstücke war die e, während eine Ableitung der Wärme, abgesehen von der Strahlung erfolgten, nur bei der Hohlschwellenschiene nd.

Eine Schiene von 15 m Länge wird etwa an 20 Unterngspunkten festgehalten. Es kommt also für jede Schienenigung auf Hohlschwellen eine Schienenstücklänge von mm in Betracht, was, im Vergleiche zum vorliegenden che, einer Ausdehnung von 0,19 mm bei einer Wärmerung von 33° C entspräche. Dieser, von der in der ne verbliebenen Restwärme erzeugten Ausdehnung wird durch das elastische Zusammendrücken der Schiene ausgeglichen.

h) Aus den Diagrammen 1 bis 3 (Abb. 3) ersieht man unter Beachtung des Punktes d), dafs eine gröfsere oder geringere Erhitzung der Schiene, oder eine lange Wärmeeinwirkung die Verhältnisse der Ableitung nur unwesentlich beeinflufst und etwaige Mehrrestwärme der Mitverarbeitung im Schwellenquerschnitte nach dem Schlufssatze des Punktes g) vorbehalten bleibt.

i) Über den Umfang der in der Hohlschwellenschiene verbleibenden Restwärme werden spätere Versuche Aufschlufs geben. Vermutlich wird sie nach Aufhören der Heizung gering sein, denn nach Diagramm 4 (Abb. 4) kommt die Deckenwärme der Hohlschwelle auf die Höhe der Schienenfufswärme. Dafs letztere

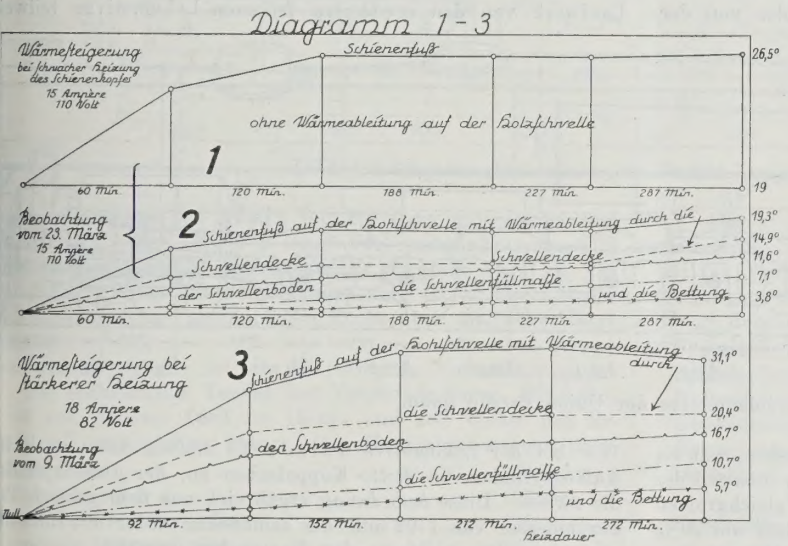


Abb. 3.

Diagramm 4.
Wärmesteigerung bei starker Heizung
24 Amp. 110 Volt. 9. Februar 1926.

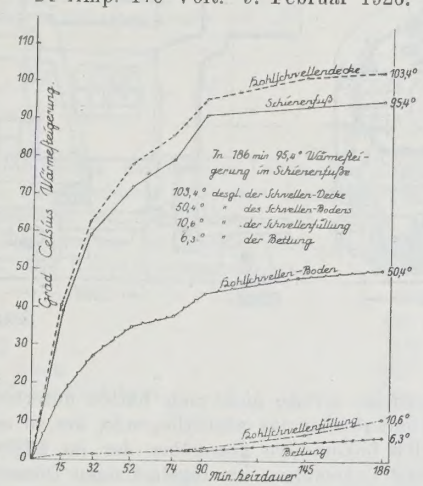


Abb. 4.

die starre Schienenbefestigung entgegengewirkt. Da e die Schiene und Hohlschwelle zu einem elastischen tskörper verbunden hat, so wird die durch die Dehnung Schiene erzeugte Längsdruckspannung auf die Schwellenals innere Tangentialkraft wirken und damit eine gewisse che Verdrückung des Schwellenquerschnittes zustande n.

er Ausdehnung der 15 m langen Schiene auf Hohlen, die nach obigem überhaupt höchstens nur $^2/_3$ so werden kann, als die Schiene auf Holzschwellen, werden indestens 20 Befestigungspunkten Kräfte entsprechen, die, e nicht infolge des Zusammenstofsens der Schienenstirnen, die gleichen Gegenkräfte aus der Nachbarschiene auf- n werden, im Verdrückungsvorgange von 20 Schwellenhnitten ihre Auswirkung finden. Wahrscheinlich werden einer gewissen Temperatur alle Wärmelängenänderungen in dem Diagramm 4 etwas kleiner erscheint, kann nur in einer Kontaktlockerung des Thermoelementes mit dem Schienenfufse begründet sein. Voraussichtlich kommt ein voller Wärmeausgleich zwischen den Eisenmengen der Schiene und den 1,6 mal gröfseren der Schwelle zustande, die ihrerseits dann ihre Wärme an die Bettung weitergeben.

k) Das Verhältnis der Teilnahme der äufseren Bettung an der Wärmeaufnahme zu der der Schwellenausfüllungsmasse ist etwa 2 : 3 bis 1 : 2. — Ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt der (hier ganz trockenen) Bettung würde ihre Wärmeleitfähigkeit begünstigt und die Ergebnisse noch besser gestaltet haben.

Schlufsbemerkung.

Aus 20 Beobachtungstabellen und Diagrammen, die das vorstehend im Auszuge vorgelegte Ergebnis des Versuches bilden, und den Schlufsfolgerungen unter a) bis k) darf angenommen

werden, dafs die Wärmeableitung nach der Bettung in der vorgeschlagenen Weise erreichbar ist.

Hiernach ist es möglich, sowohl die Stofslücken im Schienenstrange wegzulassen und die Schienen scharf aneinander zu stofsen, als auch die starre Verlaschung der Schienen anzuwenden, um damit eine stetig fortlaufende, seitlich wie lotrecht unveränderliche Fahrkante zu erzielen.

Die elastische Schienenunterstützung auf der Hohlschwelle bietet also folgende Vorteile:

1. Schliefsung der Stofslücken und Herstellung einer unwandelbaren Fahrkante mit der Folge eines ruhigeren Fahrens und der Schonung der Fahrzeuge w Unterbaues.
2. Verminderung der Abnützung aller Oberbautei schliefslich der Bettung.
3. Verringerung der Gleisunterhaltungskosten.
4. Ortsbeständigkeit des Gleises nach Höhe und La Fortfall aller aus der gegenwärtigen Gleisbewegl entspringenden Folgen, weil die unvermeidlichen Be stöfse im Gleise selbst unschädlich verarbeitet w

Vergl.: „Der Bauingenieur", 1927, Heft 9.

Berichte.

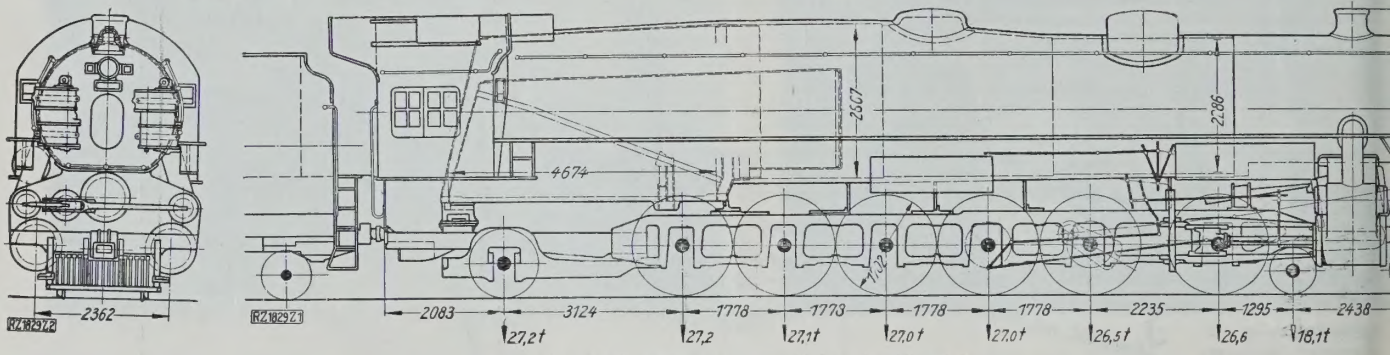
Lokomotiven und Wagen.

2 F 1 - h 3 Lokomotive der Union Pacific Bahn.

Die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft vor kurzem fertiggestellte und nach der Eigentumsbahn als „Union Pacific Type" bezeichnete Lokomotive ist die schwerste bisher gebaute Lokomotive überhaupt, wenn man von den Gelenklokomotiven absieht. Sie ist für den schweren Güterzugdienst bestimmt, den bisher in der Hauptsache 1 D + D - h 4 v Gelenklokomotiven besorgt haben. Da sich diese ihrer Bauart nach für höhere Geschwindigkeiten nicht eigneten, wurde für die rascher fahrenden Züge 1917 eine 1 E 1 - h 2 Lokomotive und hieran anschliefsend im vergangenen Jahr eine 2 E 1 - h 3 Lokomotive*) beschafft. Die guten Erfahrungen mit dieser letzteren Lokomotive haben nunmehr den Anstofs zu der neuen Bauart gegeben, die auch die schwersten Züge beschleunigt befördern soll. Die Bahn hofft mit ihr die Grundgeschwindigkeit von 32 auf 64 und die durchschnittliche Geschwindigkeit von 20 auf 32 km/Std. steigern zu können. Da sich zwei Zylinder von der

Die sechsfach gekuppelte Lokomotive in ihrer heutigen, baren Form ist eine Schöpfung Gölsdorfs, der 1911 seine be 1 F - Gebirgs-Schnellzuglokomotive entwarf. Anschliefsend baute 1912 die Hanomag ihre 1 F 1 - h 2 Tenderlokomotive fü Württemberg 1917 die 1 F - h 4 v Güterzuglokomotive Klasse G 67.16, und 1922 wiederum die Hanomag die F - n 2 v Tend motive für Bulgarien. Wenn jetzt der amerikanische Lokom diese Bauart übernimmt, so mufs man sich erinnern, dafs sc erste sechsfach gekuppelte Lokomotive ebenfalls in Ameril standen ist. Im Jahre 1857 baute Milholland eine F- lokomotive für die Philadelphia und Reading Bahn*), die im verschiedene Jahre in dieser Form gelaufen sein soll, wen Angaben, wonach sie sich bewährt habe, vorsichtig aufzu sein werden.

Die neue 2 F 1 - Lokomotive weicht hinsichtlich Trie Laufwerk von den erwähnten früheren Lokomotiven teilwe



2 F 1 - h 3 Lokomotive der Union Pacific Bahn.

erforderlichen Gröfse nicht mehr hätten unterbringen lassen, war die Dreizylinderbauart das nächstliegende, um so mehr, als man mit der 2 E 1 - h 3 Lokomotive gegenüber der im allgemeinen gleichgrofsen 1 E 1 - h 2 Lokomotive im regelmäfsigen Dienst angeblich um 20% mehr Anhängelast schleppen konnte und dabei noch um 16% weniger Brennstoff brauchte. Die folgende Zusammenstellung gibt einen Vergleich der vier Güterzuglokomotiven:

Bauart	1 D + D h 4 v	1 E 1 - h 2	2 E 1 - h 3	2 F 1 - h 3	
Baujahr . . .	1911	1917	1925	1926	
Reibungsgewicht	211	130	131	161	t
Dienstgewicht der Lok. . .	226	162	184	224,4	„
Treibrad-Durchmesser .	1448	1600	1600	1702	mm
Heizfläche — im ganzen — . .	635	595	640	781	m²
Rostfläche . .	8,2	7,8	7,8	10,5	„
Gröfste Zugkraft	56000 Zwill. 47000 Verb.	32000	35500	44000	kg

*) Organ 1926, S. 50.

Wie bei der Lokomotive Gölsdorfs treiben zwar auch h Aufsenzylinder die dritte Kuppelachse an, der Innenzylinde die zweite. Diese Anordnung ergab sich aus dem grofsen Tr durchmesser von 1702 mm, der seinerseits wieder mit Rücksi eine gute Durchbildung der Kropfachse gewählt werden Dabei ist der Hub des Innenzylinders immerhin noch etwas als bei den äufseren Zylindern. Da in Amerika vierfach gek Lokomotiven meist ohne seitenverschiebbare Achsen gebaut war es auch hier naheliegend, die vier mittleren Kuppelachs anzuordnen. Die vierte Kuppelachse ist zwar bei der erste führung ohne Spurkränze geblieben, soll aber künftig solche e Nur die vordere und hintere Kuppelachse sind seitlich versc und haben Rückstellfedern, die Schleppachse ist in der ü Weise krümmungsbeweglich. Die umständliche Kupplung der letzten Achsen nach Gölsdorf ist also vermieden. Die v vier und die hinteren fünf Achsen sind je unter sich ausgeg Bemerkenswert ist die Verbindung dieses Ausgleichs mit dem gestell ähnlich der Ausführung bei Bissel-Achsen. Um m alle Schrauben- und Nietverbindungen zu vermeiden, ist dasse aus drei Stahlgufsteilen, einem Mittelstück und zwei Seite zusammengesetzt. Die an die Seitenteile angegossenen Achs

*) Jahn, Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschich Darstellung ihres Gesamtaufbaus, S. 328.

e sind durch vorn bzw. hinten angebrachte Deckel zugänglich. unter dem Angriffspunkt des Ausgleichhebels liegenden Trog ne aus schiefen Ebenen und Rollen bestehende Rückstell- tung eingebaut, die beiderseits eine Verschiebung um je n zuläfst. Der Drehzapfen greift dazwischen hindurch in das tück ein. Die Lager für die Treib- und Kuppelachsen sind dem Obergethmann-Lager dreiteilig ausgeführt. Die beiden n Teile sind nachstellbar. Die Achsschenkelabmessungen be- bei den Treibachsen 304 bis 330, bei den Kuppelachsen 254) mm.

Die Zylinder sind zum erstenmal bei einer Dreizylinder-Loko- aus Stahlgufs mit gufseisernen Büchsen hergestellt. Der ylinder ist um 9° 30′ geneigt. Das Einströmrohr auf der Seite dient zugleich für den mittleren Zylinder; dessen zuleitung ist erst im Zylindergufsstück abgezweigt und zwar fs etwa mitgerissenes Wasser in den Aufsenzylinder gelangt, ch leichter entwässern läfst als der mittlere. Die Ausström- vereinigen sich ebenfalls noch innerhalb des Gufsstücks. iebwerk entspricht demjenigen der übrigen amerikanischen linder-Lokomotiven.

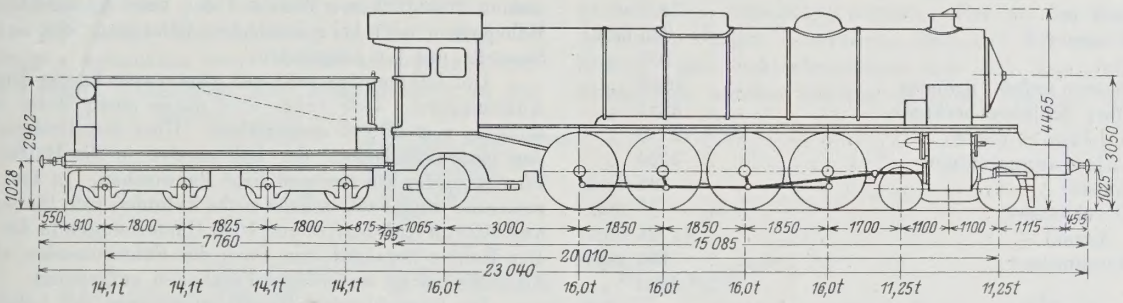
er Kessel mit Kleinrohr-Überhitzer zeigt die übliche ameri- ne Bauform. Eine gewisse Schwierigkeit lag aber darin, dafs r Verfügung stehende Kohle einen grofsen und tiefliegenden mit grofsem Verbrennungsraum und langem Flammenweg rte. Der Rost wurde daher bis über die letzte Kuppelachse

Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	27902 mm
Reibungsgewicht G_1	161,0 t
Achsdruck des Drehgestells	36,2 „
„ der Schleppachse	27,2 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	224,4 „
„ des Tenders	130,0 „
Vorrat an Wasser	56,5 m³
„ „ Brennstoff	19,0 t
H : R	72
H : G	3,5
H : G_1	4,8

(Railw. Age 1926, 1 Halbj., Nr. 24.) R. D.

2 D 1 - h 2 Schnellzuglokomotive der Madrid-Zaragossa-Alicante Bahn.

Die Madrid-Zaragossa-Alicante Bahn hat 1920 eine 2 D - h 2 Lokomotive in engster Anlehnung an ihre 1914 von der Hanomag gebaute 2 D - h 4 v - Lokomotive beschafft*). Um die Kesselleistung noch weiter steigern zu können, hat die Bahn aus der genannten Zwillingslokomotive jetzt eine 2 D 1 - Lokomotive entwickelt. Eine Vergrößerung des Kessels ohne Hinzufügen der Schleppachse war nicht möglich, weil der Achsdruck nicht über 16 t erhöht werden konnte. Die neue Bauart ist von der Firma La Maquiniste in Barcelona entworfen worden. Die erste Lokomotive ist im Juni 1925 fertiggestellt worden; gegenwärtig sind schon 25 im Dienst, 40 weitere sollen demnächst vergeben werden.



2 D 1 - h 2 Schnellzuglokomotive der Madrid-Zaragossa-Alicante Bahn.

gen, die wegen des grofsen Durchmessers teilweise in den- hineinragt. Eine über 2 m lange Verbrennungskammer gibt orderlichen Verbrennungsraum. Die ebenfalls mehr als 2 m nde Entfernung des Schornsteins von der vorderen Rohr- oll gleichmäfsige Verteilung des Zuges über sämtliche Rohre leisten.

on der Ausrüstung ist der Worthington-Vorwärmer zu er- . Der sechsachsige Tender hat Vanderbilt-Form. Die Loko- ist seit Anfang April im Dienst und soll bisher den Er- gen voll entsprochen haben. Ihre Hauptabmessungen sind:

elüberdruck p	15,5 at
derdurchmesser d	686 mm
nhub h, Aufsenzylinder	813 „
„ „ Innenzylinder	787 „
ldurchmesser innen vorn	2286 „
lmitte über Schienenoberkante	3226 „
büchse: Länge und Weite	4670 × 2760 „
ohre: Anzahl	40 Stück
Durchmesser	89 mm
rohre: Anzahl	222 Stück
„ Durchmesser	89 mm
änge	6706 „
läche der Feuerbüchse mit Verbrennungskammer	55,0 m²
nd Wasserrohren	488,0 „
läche der Rohre	238,0 „
des Überhitzers	238,0 „
— im ganzen — H	781,0 „
läche R	10,5 „
messer der Treibräder	1702 mm
„ „ Laufräder vorn 762, hinten	1143 „
„ „ Tenderräder	838 „
r Achsstand	5334 „
tand der Kuppelachsen	9347 „
r Achsstand der Lokomotive	15951 „

Die in der Textabbildung dargestellte Lokomotive lehnt sich im wesentlichen an die verschiedenen in Spanien laufenden 2 D-Lokomotiven deutscher Herkunft an. Der Kessel hat jedoch Trapezfeuerbüchse und die Schleppachse ist als Bisselachse amerikanischer Bauart durchgebildet. Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	12 at
Zylinderdurchmesser d	620 mm
Kolbenhub h	710 „
Kesseldurchmesser, innen	1800 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3050 „
Heizrohre: Anzahl	164 Stck.
„ Durchmesser	45/45 mm
Rauchrohre: Anzahl	34 Stck.
„ Durchmesser	125/133 mm
Rohrlänge	5790 „
Heizfläche der Feuerbüchse	19,2 m²
„ „ Rohre	211,6 „
„ des Überhitzers	90,0 „
„ — im Ganzen — H	320,8 „
Rostfläche R	5,0 „
Durchmesser der Treibräder	1750 mm
„ „ Laufräder vorn 975, hinten	1150 „
Durchmesser der Tenderräder	975 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	15085 „
„ „ „ „ (einschl. Tender)	20010 „
Reibungsgewicht G_1	64,0 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	103,0 „
Leergewicht „ „	92,5 „
Dienstgewicht des Tenders	56,0 „
Leergewicht „ „	25,0 „
Anzahl der Achsen	4 Stck.
Vorrat an Wasser	25 m³

*) Organ 1925, S. 413 und 1923, S. 231.

Vorrat an Brennstoff	6 t
Verhältnis H : R =	64
„ H : G =	3,1 m²/t
„ H : G_1 =	5,0 „

(Rev. Gén. d. Ch. d. f. 1926, 2. Halbj., Nr. 2.) R. D.

2 D 1-h3 Lokomotiven für schweren Personenzugdienst der Denver und Rio Grande Western Bahn.

Zehn derartige Lokomotiven wurden von Baldwin als erste Drillingslokomotiven geliefert. Sie sind bemerkenswert, weil die Baufirma dabei besonderen Wert auf möglichst leichte Durchbildung aller Teile, vor allem des Triebwerks, gelegt und damit die sonstige Gepflogenheit des amerikanischen Lokomotivbaues verlassen hat.

Jeder der drei Zylinder ist für sich gegossen. Die Aufsenzylinder treiben die dritte, der mittlere Zylinder die zweite Kuppelachse an. Die Steuerung für diesen Zylinder wird ähnlich wie bei der P 4619 Lokomotive der Reichsbahn von der rechten Aufsenkurbel abgeleitet und nach innen übertragen. Die erste Kuppelachse ist seitenverschiebbar. Der Kessel ist ungewöhnlich grofs, weist aber keine Besonderheiten auf. Das Feuergewölbe ruht auf zwei Wasserkammern und drei Wasserrohren. Um die Schleppachse nicht allzu sehr belasten zu müssen, ist der Antrieb für den Rostbeschicker auf den Tender verlegt. Die eine Hälfte der Lokomotiven hat Einspritzvorwärmer von Worthington, die andere Oberflächenvorwärmer, Bauart Elesco erhalten.

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	14,8 at
Zylinderdurchmesser d	3 × 635 mm
Kolbenhub h	762 „
Kesseldurchmesser aufsen, gröfster	2642 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3251 „
Feuerbüchse: Länge × Weite	3204 × 2743 „
Länge der Verbrennungskammer	1524 „
Heizrohre: Anzahl	244 Stck.
„ Durchmesser	57 mm
Rauchrohre: Anzahl	64 Stck.
„ Durchmesser	140 mm
Rohrlänge	5944 „
Heizfläche der Feuerbüchse mit Verbrennungskammer und Wasserkammern	48 m²
Heizfläche der Rohre	426 „
Heizfläche des Überhitzers	138 „
Heizfläche — im ganzen — H	612 „
Rostfläche R	8,8 „
Durchmesser der Treibräder D	1702 mm
„ „ Laufräder vorn 914, hinten	1245 „
Fester Achsstand	3607 „
Achsstand der Kuppelachsen	5563 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12649 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	26[illegible]
Reibungsgewicht G_1	13[illegible]
Achsdruck des vorderen Drehgestells	3[illegible]
„ der Schleppachse	2[illegible]
Dienstgewicht der Lokomotive G	19[illegible]
„ des Tenders	13[illegible]
Vorrat an Wasser	5[illegible]
„ „ Brennstoff	2[illegible]
H : R	6
H : G	
H : G_1	

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 10.)

Sammler-Lokomotive mit benzol-elektrischer Hilfsmasch

Die Chicago und North Western Bahn hat neu eine Sammler-Lokomotive in Dienst gestellt, die 100 t wiegt der Ebene einen Zug von 1360 t mit einer Geschwindigk 16 km/h ziehen soll. Die Lokomotive wird z. Z. im Verschie verwendet und scheint sich hierfür recht gut zu eignen.

In der Regel gibt nur die Sammler-Batterie Kraft ab; so bemessen, dafs sie bei normaler Beanspruchung der Lok für einen Tag ausreicht und dann bei Nacht wieder au werden mufs. Die Lokomotive kann damit für kürzere Zei 1000 PS leisten. Die Hilfsmaschine soll nur bei länger anda starker Belastung die Leistung steigern, sowie gegebenenfal ununterbrochenen Dienst und ein Arbeiten abseits von de station ermöglichen. Während der beim Verschiebedienst Ruhepausen oder bei schwächerer Belastung wird in diesem Sammler mit ihr aufgeladen.

Die Lokomotive ruht auf zwei zweiachsigen Drehgeste Aufsenlagern. Jede Achse wird durch einen Motor mit ein setzung von 66 : 16 angetrieben. Über den Drehgestellen den beiden Endseiten der Lokomotive je die Hälfte der S Elemente, der Führerstand liegt dazwischen. In ihm ist die maschine eingebaut, welche sechs Zylinder von 184 mm Durc und 203 mm Hub besitzt und 1000 Umdrehungen in der Minut Der Kühler liegt auf dem Dach des Führerstandes, ein Beh 570 l Benzol ist unter dem Fufsboden aufgehängt.

Die Gewichte und Hauptabmessungen der Lokomotive folgenden zusammengestellt:

Dienstgewicht der Lokomotive	107,[illegible]
Gewicht des Sammlers	35,[illegible]
„ der Motoren	13,[illegible]
„ der Hilfsmaschine mit Stromerzeuger	3,[illegible]
Ganze Länge der Lokomotive	1585[illegible]
Ganzer Achsstand	1188
Achsstand eines Drehgestells	243
Gröfste Geschwindigkeit	4

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 16.)

Buchbesprechungen.

W. Gehler, Erläuterungen mit Beispielen zu den Eisenbetonbestimmungen 1925. 3. Auflage. Berlin 1926. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn. Preis geheftet 6,30 RM.

Das vorliegende Buch gehört zu einer Art von Erscheinungen, die im technischen Schrifttum nur in wenig Stücken vertreten, während sie in der Rechtswissenschaft sehr häufig sind. Gemeint sind dabei die Kommentare zu Gesetzen und Verordnungen, die es ermöglichen, in Zweifelsfällen bei der Handhabung bis auf den Willen des Gesetzgebers zurückzugehen oder die Auslegungen von mafsgebenden Berufungsstellen als Stütze zu suchen. Um es gleich auszusprechen: Das Gehlersche Buch kann als vorzüglich gelungenes Musterbeispiel eines technischen Kommentars bezeichnet werden.

Schon die Behandlung einiger Rechtsbegriffe (Haftung des Unternehmers und des Bauleiters oder die „anerkannten Regeln der Baukunst") ist sehr überzeugend und für jeden Ingenieur lesenswert. Weiter ist in dem Abschnitte „Allgemeine Vorschriften" eine Fülle von praktischen Winken über die Art und Zusammensetzung der Baustoffe, über ihre Verarbeitung und Prüfung, über Schalungen und Probebelastungen gegeben, Winke, die das Buch zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel des bauleitenden Eisenbetoningenieurs machen. Um nur eine Einzelheit zu erwähnen: auch ein Verzeichnis von amtlichen Prüfungsstellen für Baustoffe ist für Streitfälle nicht vergessen.

Der Abschnitt über die Konstruktionsgrundsätze und Berechnung besticht durch eine äufserst lichtvolle Da älterer und neuerer Berechnungsweisen, die in den Bestim von 1925 einen Niederschlag gefunden haben. Das Verständ unterstützt durch zahlreiche, ausnehmend klare Skizz werden neuere Begriffe wie Verdrillungsspannungen oder di Ergebnisse über das Knickproblem dem ausübenden I mühelos nahe gebracht. Auch wer nicht unmittelbar i betonbau tätig ist, wird sich in dem Buche gern übe Fortschritte, wie über hochwertigen Zement oder über Pi u. dergl. unterrichten.

Alles in allem sind in dem Buche die Vorschriften, d praktischen Handhabung leicht zur Erstarrung neigen, durch d liche Verbindung mit der wissenschaftlichen Erläuterung in s Weise lebendig gemacht. Auf nur 200 Seiten eines Tasche ist ein umfassender Überblick über das ganze Gebiet des Eis gegeben. Die Ausstattung ist gut, höchstens wäre noch e verzeichnis als Zugabe zu wünschen.

Für jeden Bauingenieur, der mit dem Entwurf und führung von Eisenbetonbauten zu tun hat, ist das Buch unentbehrlich; aber auch für andere Ingenieure, die sich nur unterrichten wollen, wird das Buch eine reiche Quelle des und der Erkenntnis sein.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Münc
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
iftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
ahrgang | 30. März 1927 | Heft 6

Die neue Bekohlungsanlage des Bahnhofs Dillenburg.

Von Borghaus, Direktor bei der Reichsbahn in Frankfurt a. M.

Hierzu Tafel 14.

Allgemeines.

)er Bahnhof Dillenburg liegt zwischen Siegen und Wetzlar r Strecke Herdecke—Frankfurt (Main), die aufser dem nden Verkehr zusammen mit den Rheinstrecken die nabfuhr aus dem Ruhrgebiet, namentlich bei Störungen heinstrecken, zu bewältigen hat. Er ist vorwiegend iebebahnhof mit einseitiger Entwicklung und einer täg- Leistung von 2300 Wagen (Abb. 1, Taf. 14). Für den ehenden Personenverkehr hat er zwei Bahnsteige, 2 und 3, n Ortsverkehr nach Herborn und später nach Haiger— nhain die Bahnsteige 1 und 5 und für den Verkehr der iefsenden Strecke nach Wallau und Strafsebersbach den eig 4.

a er zu den gröfsten und wichtigsten Bahnhöfen der e gehört und damit ihre Leistung bedingt, mufs er en Leistungen gewachsen sein. Aufser an sonstigen hier rternden Mängeln krankte er aber hauptsächlich an der haften Verbindung des Lokomotivbahnhofs mit den sanlagen, an der veralteten Bauart und ungünstigen Lage kohlungsanlage und an der unzweckmäfsigen Anordnung ckwagengleise.

er Lokomotivverkehr ging (s. Textabb. 1) von der Dreh- über die zum Posten 3 führenden Gleise und weiter lie Weichenstrafse, wobei die Ein- und Ausfahrten nach und Strafsebersbach und das als Ausziehgleis aus dem ebebahnhof zwischen Bahnsteig 2 und 3 benutzte Gleis t und in der Regel noch auf herauszuholende Packwagen n Packwagengleisen gewartet werden mufste. Bei der hrt auf demselben Wege kam noch das lange Stehen pfmachen an der Bekohlungsanlage hinzu.

as Zustellen und Abholen der Kohlen- und Schlacken- für die Bekohlungsanlage geschah auch über Posten III egen Platzmangels in drei Zeitabschnitten. Kleine gen im Betrieb übertrugen sich auf den Lokomotivverkehr ngekehrt und steigerten sich, je mehr die Belastung des fs und der Strecken zunahm. Der Bahnhof Dillenburg war das Schulbeispiel eines Stockungsherdes durch Hemmungen im Lokomotivverkehr.

Dieser für Betrieb und Wirtschaft äufserst ungünstige Zustand liefs sich nur beseitigen, wenn vom Südende des Bahnhofs besondere Lokomotivgleise zum Lokomotivbahnhof, eine Überführung der Strecke nach Wallau über diese Gleise und eine schnell arbeitende Bekohlungsanlage an einer günstigen Stelle geschaffen wurde (s. Abb. 1, Taf. 14).

Der Lokomotivverkehr beschränkte sich dann am Nordende nur auf die wenigen Personenzuglokomotiven, während er mit dem Südende ohne Störung des Betriebs durchgeführt werden konnte.

Um Platz für die Bekohlungsanlage und die zugehörigen Gleise zu schaffen, mufste das Gleis der Strecke nach Wallau nach Westen verschoben werden. Der an der Strecke gelegene Anschlufs Burger Eisenwerke liefs sich für das Aufstellen der Kohlen- und Schlackenwagen und den Anschlufs des Pfeilerbahngleises nutzbar machen dadurch, dafs die Anschlufsweiche

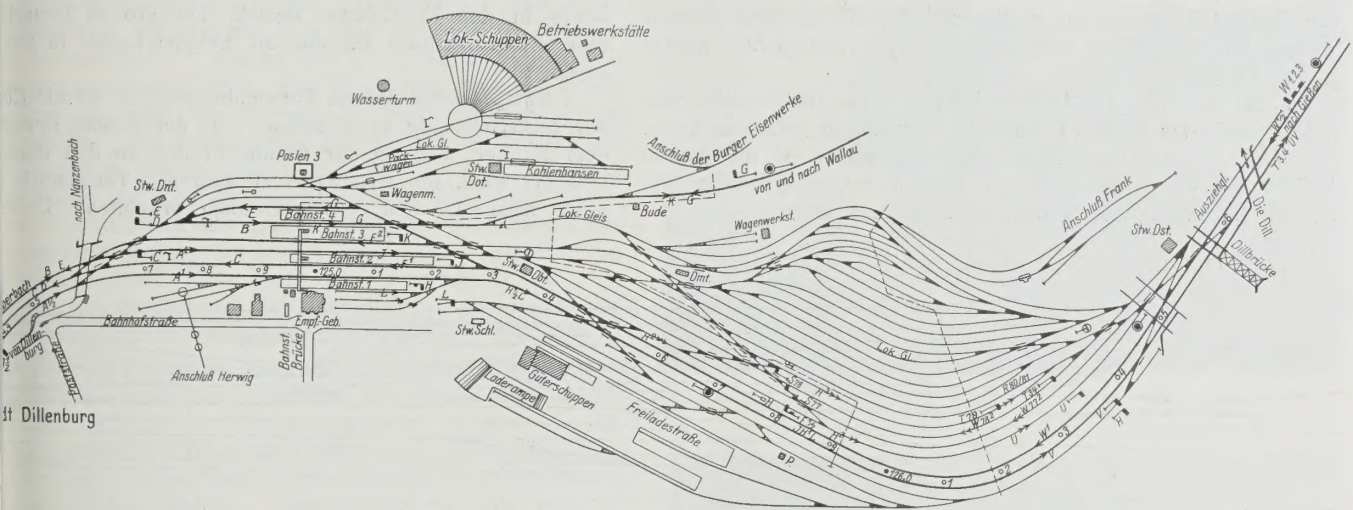


Abb. 1. Bahnhof Dillenburg. Alter Zustand.

nach km 1,0 verschoben wurde. Die Bedienung der Bekohlungsanlage konnte nunmehr mit der des Anschlusses zusammengelegt und ohne Beeinträchtigung des Bahnhofsbetriebes ausgeführt werden.

Aus diesem Zusammenhang und der Möglichkeit der Ausnutzung des natürlichen Geländeanstiegs ergab sich als günstigste Lösung für die Bekohlungsanlage (Textabb. 2 und 3): am Abhang des Berges neben dem Anschlufsgleis Burger Eisenwerk ein hochliegender Bansen mit Pfeilerbahn und Greiferkran, auf der anderen Seite des Bansens die tiefliegenden Lokomotivgleise, über ihnen ein Grofsraumbunker mit Wägeeinrichtung, unter den Lokomotivgleisen Schlackensümpfe, vor den Sümpfen Wasserkrane, hinter ihnen Löschegruben.

Die Oberkante des Bunkers kam hierbei ungefähr so hoch zu liegen wie die Bordkante der Kohlenwagen (s. Textabb. 2), wodurch für den Kohlenumschlag die geringste Förderleistung erreicht wurde.

Die Ausführung und die Abmessung der Anlage ergeben sich aus Textabb. 2 und 3. Sie ist für eine tägliche Kohlen-

ausgabe von 100 t entworfen, kann aber bei äufserster Ausnutzung des Krans etwa das Doppelte leisten.

Nach den zur Zeit der Ausführung der Anlage herrschenden Anschauungen war mit der baldigen Einführung von Selbstentladern in gröfserem Umfange zu rechnen. Sie wurde daher vorsorglich mit einer Pfeilerbahn ausgestattet unter der bestimmten Annahme, dafs alsbald in Gieſsen, Friedberg und Frankfurt die gleichen Anlagen geschaffen würden, wodurch

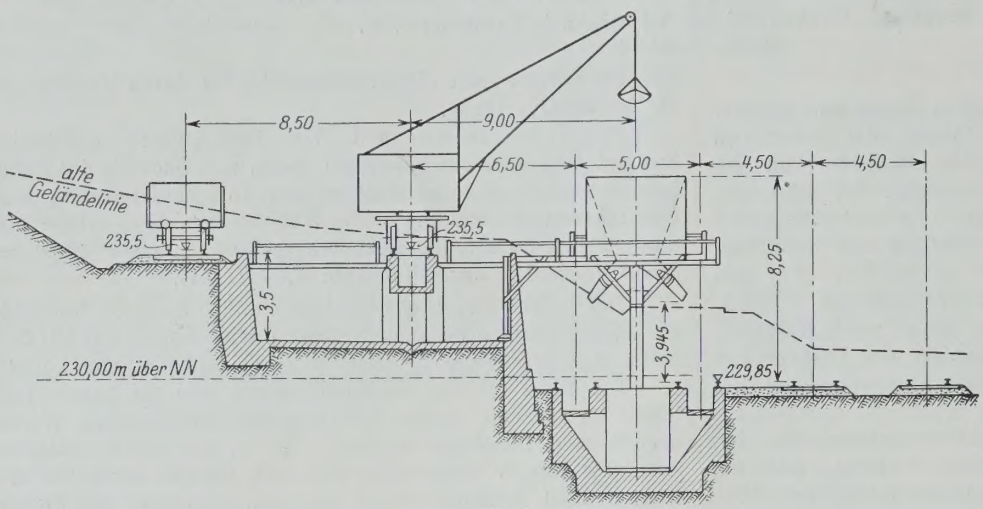


Abb. 2.

die Dienstkohlenversorgung dieser Bahnhöfe zusammengefafst werden konnte. Dieser Gedanke ist in der letzten Zeit wieder aufgekommen.

Die Mitte der Pfeilerbahn ist gegen die Bansenmitte versetzt, damit der Kran in die Schlackensümpfe gelangen kann.

Der Abstand von Mitte Kohlenwagengleis ist um 50 cm kleiner als die Kranausladung, damit der Greifer bis an die äufsere Bordkante der Kohlenwagen reichen kann.

anlage, durch die Länge der Weiche des Umfahrungs bedingt wird, näher an die Querachse des Bansens heran und damit die Kranarbeit für das Verfahren der Koh äufserste einschränken.

Die Gleise 59 und 62 sind zur Aufstellung von wagen bestimmt, werden aber bei dem augenblicklichen V wenig benutzt, da die Packwagen im allgemeinen im Vers bahnhof bleiben.

Der Kran (Textabb. 4

Der elektrisch betriebene, spurige Greiferkran (Lieferer I Meguin) hat 3 t Tragfähigke 9 m Ausladung, einen 26 PS 6 PS Dreh- und 9 PS Fahrmoto Drehwerk ist bemerkenswert, d Zahnkranz nicht mit dem Lau fest auf dem Unterwagen sitzt, s unter Zwischenschaltung von verbunden ist, die beim Anlau Motors und umgekehrt beim A des Krans eine stofsfreie Kra tragung vermitteln.

Bansen und Pfeilerba

Der Bansen fafst 5 500 der Gröfsenbemessung war die rung des Betriebs mafsgebend, Einbruchstelle des Dienstkoh kehrs in den Frankfurter Bezirk, ein grofses Dauerla haben und Aushilfe für das zu knappe Lager in Gie schaffen.

Entsprechend diesem Verwendungszweck ist die Ei der Lagerbestände so getroffen, dafs der eigene Bestan dem Bunker und der für fremde Stellen an den Bans gelagert wird, um Kranwege zu sparen. Tatsächlich lange Kranwege den Stromverbrauch erheblich. Unte

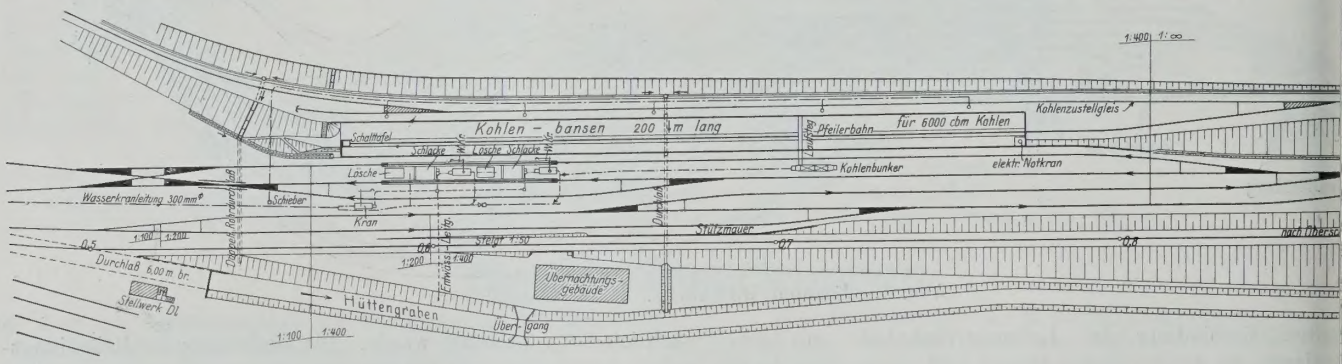


Abb. 3.

Abweichend von der Forderung, dafs zwischen den Lokomotivgleisen vor den Schlackensümpfen ein Weichenkreuz anzuordnen ist, damit die Lokomotiven nach der Bekohlung in jedes Ausschlaggleis und auch in das Umfahrungsgleis gelangen können, ist in Anbetracht der doppelten Möglichkeit der Lokomotivbehandlung auf den beiden Lokomotivgleisen und der schnellen Abfertigung, sowohl beim Bekohlen, als auch beim Ausschlacken und Wassernehmen von einem Weichenkreuz abgesehen und das Umfahrungsgleis hinter dem Kohlenbunker nur an das äufsere Lokomotivgleis 64 angeschlossen. Es hat sich gezeigt, dafs die 70 zu behandelnden eigenen und fremden Lokomotiven, die zeitweise in Reihen bis zu acht kommen, glatt bewältigt und mit drei Sümpfen etwa doppelt soviel übernommen werden können. Abgesehen von der Vereinfachung und Verbilligung der Weichenanlage, läfst sich der Bunker, dessen Standort, ausgehend vom Ende der Ausschlack-

in der Förderhöhe unerheblich. Bei Förderung aus dem ende 1,2 m unter S. O., 115 m weit vom Bunker, Stromverbrauch 0,5 kWst/t., aus einer unmittelbar dem gegenüberliegenden Stelle 0,3 kW/Std., aus einem dem gegenüberstehenden Wagen 0,25 kW/Std., so dafs die F aus dem tiefliegenden Bansen gegenüber der aus de stehenden Wagen nur einen Unterschied von 0,05 k dagegen aus dem Bansenende 0,2 kW/Std. ausmacht.

Der Bansen und die Pfeilerbahn sind aus bewehrte mörtel hergestellt. Die Pfeilerbahn ist berechnet für 25 druck. Die bauliche Anordnung ergibt sich aus und 3, Taf. 14. Die Pfeilerbahn hat innen einen I in dem auch hinter einer Schutzwand die elektrische führung für den Kran liegt. Der Durchmesser de Drehstromleitungen beträgt 8 mm. Entlang dem Kohle gleis liegt eine Wasserleitung von 40 mm Durchme

Hydranten, von der auch eine Abzweigung zum Bunker zum Berieseln der Kohlen.

Am Südende des Bansens ist eine Aushilfskohlenbühne Handkran für den Fall des Versagens des elektrischen es eingerichtet.

Der Kohlenbunker (Textabb. 5 und 6).

Er faſst 40 t, den Nachtbedarf. Neu ist, daſs er zwei e, eins für Kohlen vorn von 25 t Inhalt und eins für te hinten von 15 t Inhalt, hat, jedes mit Schüttrinnen beiden Lokomotivgleisen.

Die Einrichtung für die Ausgabe von Briketten bot dem er, Maschinenfabrik Nagel in Karlsruhe, zunächst Schwierig- . Auf Grund eingehender Versuche ist ihr durch zweck- echende Anordnung der Rutschflächen im Bunker die g gut gelungen. Die Lokomotiven nehmen aus der en Schüttrinne Kohlen und aus der hinteren Brikette. dem Abteil können natürlich auch Kohlen und Brikette ht entnommen werden. Wichtig ist das Maſs von Unter- Schüttrinne bis S. O. und bis Gleis Mitte, das, wie aus , Taf. 14 zu ersehen ist, 3,945 m beträgt. Die Kohlen hiermit auf die heute gebräuchlichen Tender richtig. Als rorgan des Bunkers dient ein Rundschieber, der jeweils r Schüttrinne durch ein gemeinschaftliches Handkurbel- e betätigt wird. Der Kohlenauslauf kann durch den chieber vom Bunkerwärter so geregelt werden, daſs jede Lokomotivführer gewünschte Menge ausgegeben werden Das entnommene Gewicht wird durch eine unter dem r liegende Wage (Abb. 5, Taf. 14) festgestellt, indem der e Inhalt des Bunkers vor und nach der Ausgabe gewogen er Unterschied — das an die Lokomotiven abgegebene t — ausgerechnet wird. Die Wage zeigt nur den Inhalt nkers an, weil das Gewicht des Bunkergefäſses genau lichen ist. Das Bunkergefäſs ist aus Siemens-Martinblech tellt und in sich insgesamt vernietet. Es ruht auf einem nrahmen, der sich auf das Hebelwerk der Wage stützt. ist eine Schenksche Spezialgefäſswage mit Laufgewicht artendruckapparat. Sie besitzt Kniehebelschnellentlastung cherheitskurbel. Am Ende des Wagebalkens ist eine htung zur Begrenzung des Ausschlages angebracht, die schleunigung des Wiegegeschäfts wesentlich beiträgt.

Die Bunkerstütze ist in ihren Hauptabmessungen der Länge durch die Länge des Bunkers, der Breite nach durch ngrenzungslinie der Bekohlungsgleise bestimmt. Die tärken ergeben sich aus der Bedingung, daſs die zulässigen ngen bei vollem und leerem Bunker und bei Sturm überschritten werden. Die Blechstärke des Bunker- s beträgt 8 mm.

er Standsicherheit des Bunkers kommt sehr zustatten, r durch eine zum Bansen geführte Brücke mit der wand kräftig verankert ist. Die Brücke ist bis zur bahn und weiter zum Kohlenwagengleis geführt. Da iegehäuschen in Höhe der Brücke liegt, schafft sie den , daſs der Kranwärter Kran und Bunker leicht bedienen ch zu den Kohlenwagen gelangen kann. Vom Wiege- en führt eine Treppe nach unten zu den Lokomotiv-

eim Entladen der Wagen steht der Kran dauernd dem gegenüber, zieht die leeren Wagen mit Hilfe des s vor und holt die vollen heran.

e Ausschlackanlage (Abb. 2 bis 4, Taf. 15).

e besteht aus zwei, mit einem Mittelabstand von 25 m dneten Schlackensümpfen mit vier Ausschlackstellen, an h nach beiden Seiten Laufgräben anschlieſsen. Vor den n steht je ein Wasserkran mit Gelenkausleger von td.-Leistung, während hinter ihnen eine Löschgrube liegt, in die je nach der Stellung der Lokomotive während bzw. nach dem Ausschlacken die Lösche abgeworfen wird. Ein Wasserkran steht auch neben dem Umfahrgleis. Die unter

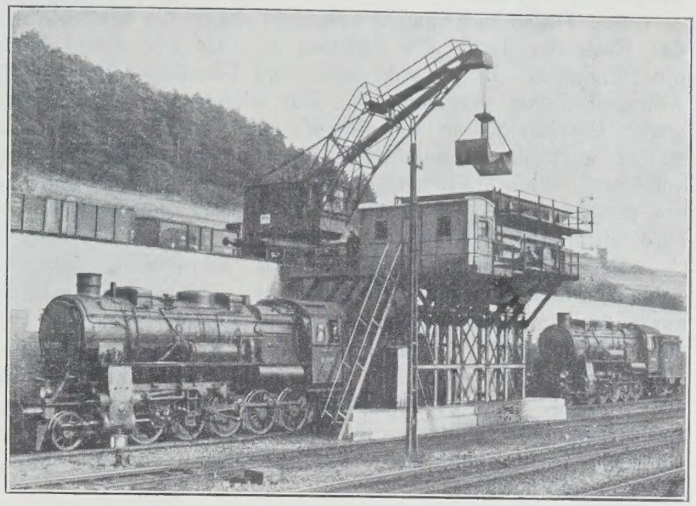


Abb. 4.

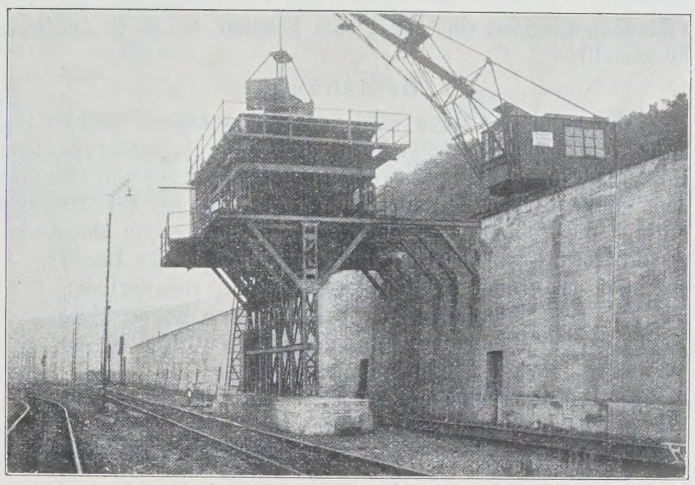


Abb. 5.

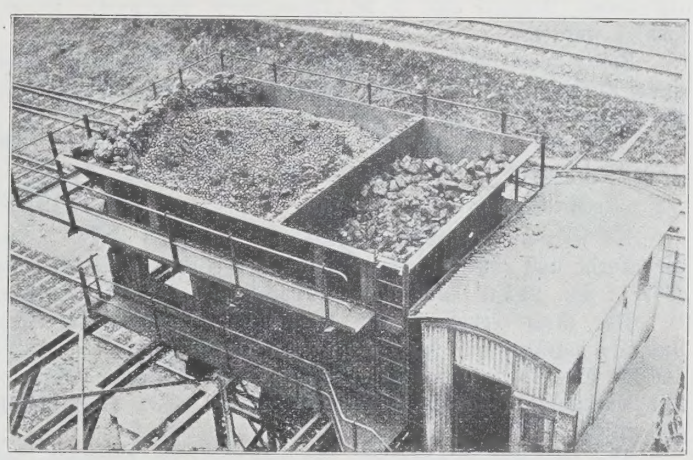


Abb. 6.

den Gleisen liegenden Wände und Träger sind aus bewehrtem Grobmörtel hergestellt und herunter bis zur Wasserlinie mit feuerfesten Klammersteinen der Biebricher Tonwerke verkleidet. An den Seitenwänden sind in 0,50 m Abstand Eisenschienen

eingebettet, die gleichzeitig gegen die Einwirkungen des Greifers Schutz bieten. Den gleichen Schutz geben auch die Schutzwinkel, mit denen die unter den Gleisen liegenden Wände und Träger bewehrt sind.

Das Füllen der Sümpfe geschieht durch die Wasserkrane, das Entleeren durch die Auslässe A. Als Überläufe dienen die Durchgänge B. Die Auslässe und Überläufe sind an die Abwasserleitung angeschlossen. Zur Sicherung der Personen gegen Hereinfallen in die Sümpfe sind an den Ausschlackstellen über den Öffnungen Gitter mit so grofsen Spalten angebracht, dafs die Schlacken hindurchfallen können, während die grofsen Öffnungen zwischen den Gleisen durch verschiebbare Gitter abgedeckt sind.

Bei Inbetriebnahme der Sümpfe zeigte sich, dafs die Schlacken nicht bis zur Mitte rutschten, sondern sich am Fufse der Seitenflächen aufstauten. Von dort mufsten sie mit Kratzern zur Mitte geschoben werden, damit sie der Greifer fassen konnte. Um sie zur Mitte hinzuleiten, sind nachträglich Rutschen, wie aus Abb. 4, Taf. 14 ersichtlich, eingebaut worden. Beim Entleeren eines Sumpfes wird das bewegliche Ende a der Rutschen in die punktierte Stellung gelegt. Die Anordnung hat sich gut bewährt.

Für die Sandbearbeitung und Sandausgabe sollen später die Sandtrockenanlagen und der Sandbunker nach Abb. 7, Taf. 14 ausgeführt werden. Der Bansen mit Pfeilerbahn und die Ausschlackanlage sind von der Firma Schäffer & Co. in Duisburg hergestellt.

Bedienung.

Die gesamte Anlage wird von acht Arbeitern bedient und zwar von sechs Ausschlackern und zwei Kranführern bzw. Kohlenladern. Letztere bedienen den Greiferkran und geben an dem Bunker in der Zeit von 6 Uhr vormittags bis 10 Uhr nachmittags die Kohlen aus. Zur Nachtzeit von 10 Uhr abends bis 6 Uhr vormittags bedienen die Ausschlacker den Bunker.

Bei der früheren alten Anlage waren erforderlich:

12 Kohlenlader zum Bekohlen der Lokomotiven,
1 Kohlenlader zum Abladen der Kohlen aus den Wagen in das Lager,
9 Ausschlacker,
4 Aschelader

26.

An Tagewerken wurden demnach bei der alten Anlage jährlich: 26 . 26 . 12 = 8112 Tagewerke verbraucht, während bei der neuen Anlage nur 8 . 26 . 12 = 2496 Tagewerke aufgewendet werden.

Bei einem Geldbetrag von 5 ℳ für ein Tagewerk und einem Zuschlag von 40 % für allgemeine Kosten belaufen sich die Personalkosten für ein Jahr wie folgt:

a)	8112 . 5 . 1,4 für die alte Anlage .	56 784 ℳ
b)	2496 . 5 . 1,4 für die neue Anlage .	17 472 »
	Mithin jährliche Ersparnis	39 312 ℳ

Es werden werktäglich insgesamt rund 35 kWh Strom verbraucht und zwar für das Entladen der Wagen in den Bansen oder in den Bunker und das Entleeren der Schlackensümpfe.

Der Stromverbrauch für 1 t Kohlen beim Beladen des Bunkers beträgt 0,25 bis 0,30 kWh. Der Greifer fafst 1,25 t und hat eine Fördergeschwindigkeit von 0,5 m in der Sekunde. Zur Entladung eines 20 t Wagens werden etwa 30 Minuten gebraucht.

Die Dienstabschlufszeiten der Lokomotiven betrugen bei der alten Anlage durchschnittlich eine Stunde und sind bei der neuen Anlage auf 40 Min. heruntergesetzt worden. Das Bekohlen einer Lokomotive erfolgt durchschnittlich mit allen zugehörigen Arbeiten — wie Eintrag ins Leistungsbuch und Hilfsausgangsbuch — in fünf bis sechs Minuten.

Das Lokomotivpersonal ist mit der gesamten Anlage sehr zufrieden, da alle Arbeitsvorgänge schnell vorangehen.

Die Kohlen werden beim Bunker durch eine be Gefäfswage genau abgewogen, so dafs beim Überschrei Darfverbrauchsätze die Lokomotivführer auch für den verbrauch der Kohlen verantwortlich gemacht werden k Aufserdem hat das Lokomotivpersonal die Gewifsheit, auch die verbrauchte Menge Kohlen nach dem wirklich wicht erhalten hat, was früher bei den Kohlenkippwag leichten Kohlen nicht immer der Fall war.

Die sechs Ausschlacker und zwei Kohlenlader a im Gedinge und bilden eine Verdienstgemeinschaft. Pausen und bei den einzelnen Arbeitsvorgängen, wie Er der Kohlenwagen, Entleeren der Schlackensümpfe usw. sie sich gegenseitig Hilfe zu leisten.

Besonders zu erwähnen ist noch, dafs die Verstaubu Lokomotive und die Staubbelästigung des Personals ga seitigt ist.

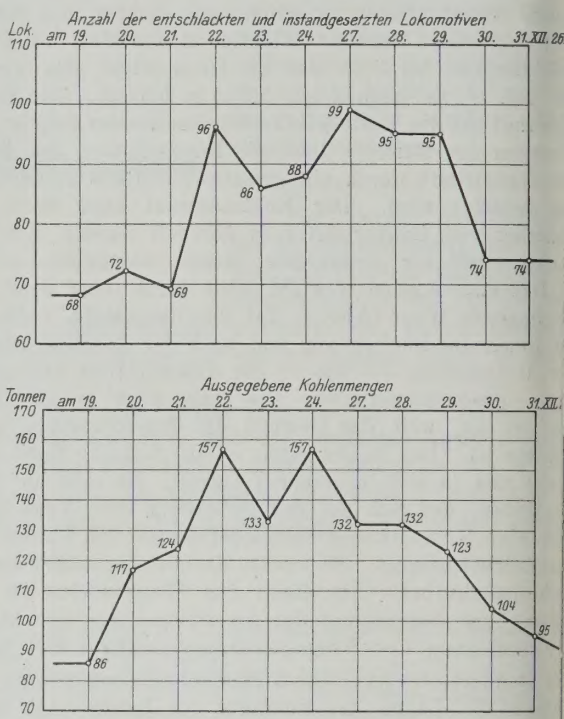


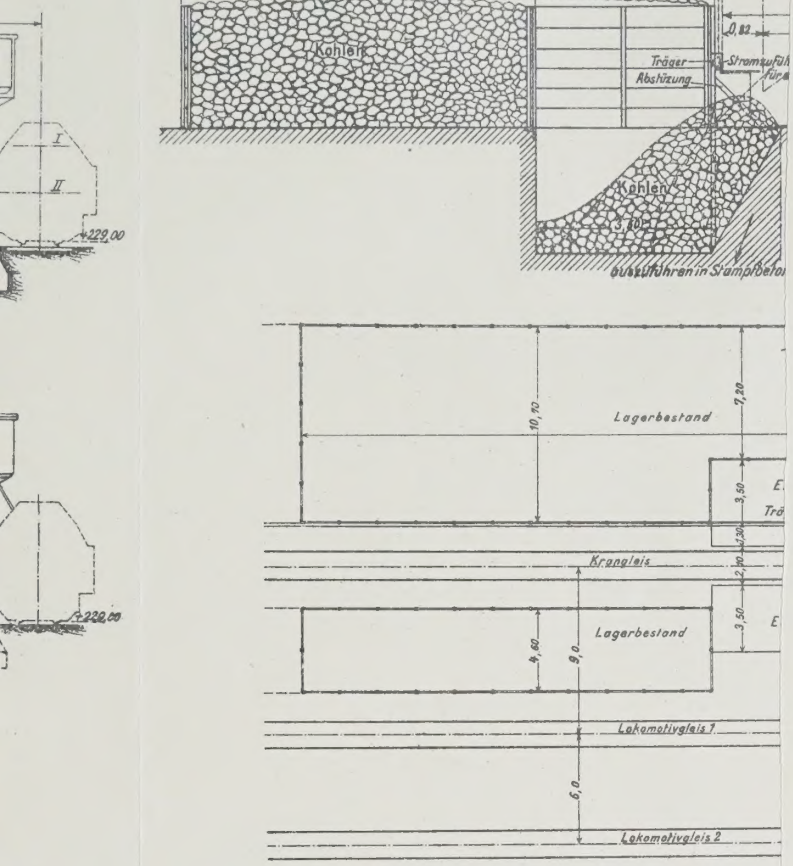
Abb. 7. Aufzeichnungen über die Leistungen der Bekohlungs In der Zeit vom 22. bis 30. Dezember 1926 mufsten 2 Aussc und 1 Kohlenlader mehr eingesetzt werden.

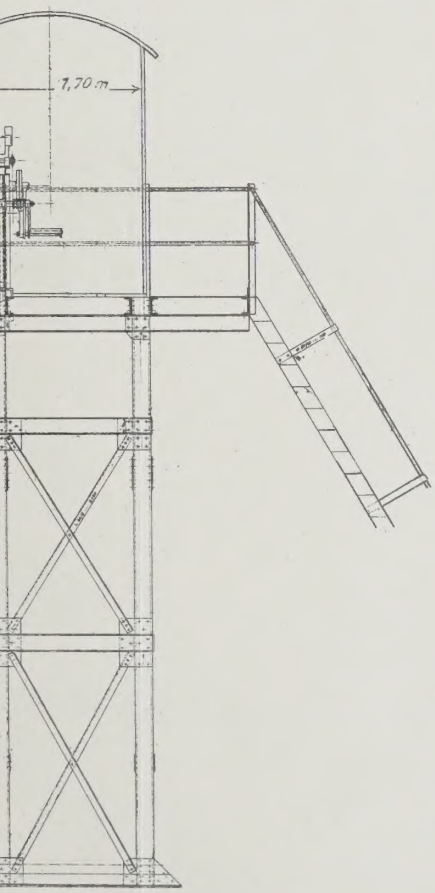
Vom 19. bis 31. 12. 26 fanden grofse Leerwagenbewe von Süddeutschland nach dem Ruhrgebiet über die Ruh strecke statt, wobei der Bahnhof Dillenburg sehr stark sprucht war. Über die Leistungen der Bekohlungsanla in dieser Zeit Aufzeichnungen gemacht worden, die Schaulinien, Textabb. 7, dargestellt sind. Es hat sich g dafs noch weit höhere Leistungen erreicht werden könne auch daraus hervorgeht, dafs noch 45 Kohlenwagen, di den Bedarf hinaus zugestellt wurden, ohne Schwierigke laden worden sind.

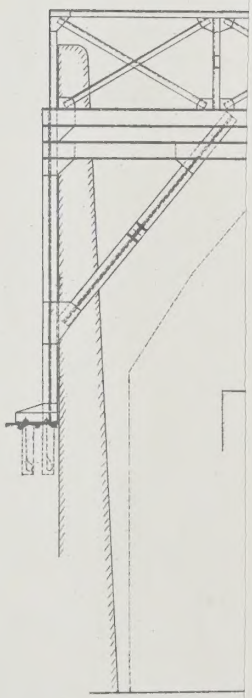
Im Bahnhofbetrieb ist durch den mit der Anla schaffenen glatten Lokomotivverkehr die erwartete Erleich und Verbilligung eingetreten, die sich bei starker Be sehr günstig auswirkt.

Durch die erzielten Betriebskostenersparnisse werd Baukosten in vier bis fünf Jahren wiedereingebracht Herstellung der Anlage wurde begünstigt durch die Z Geldentwertung und durch die tätige Mitarbeit des baule Dezernenten Reichsbahnoberrat Endres und des Vor der Bauabteilung Reichsbahnrat Heinzemann.

Abb. 8. Entladeanl







THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

b 1:70.

Abb

Zum Aufsatz: Die neue Bekohlungsanlage des Bahnhofes Dillenburg.

Abb. 1. Lageplan des Bahnhofes Dillenburg. Neuer Zustand. Maßstab 1:4000.

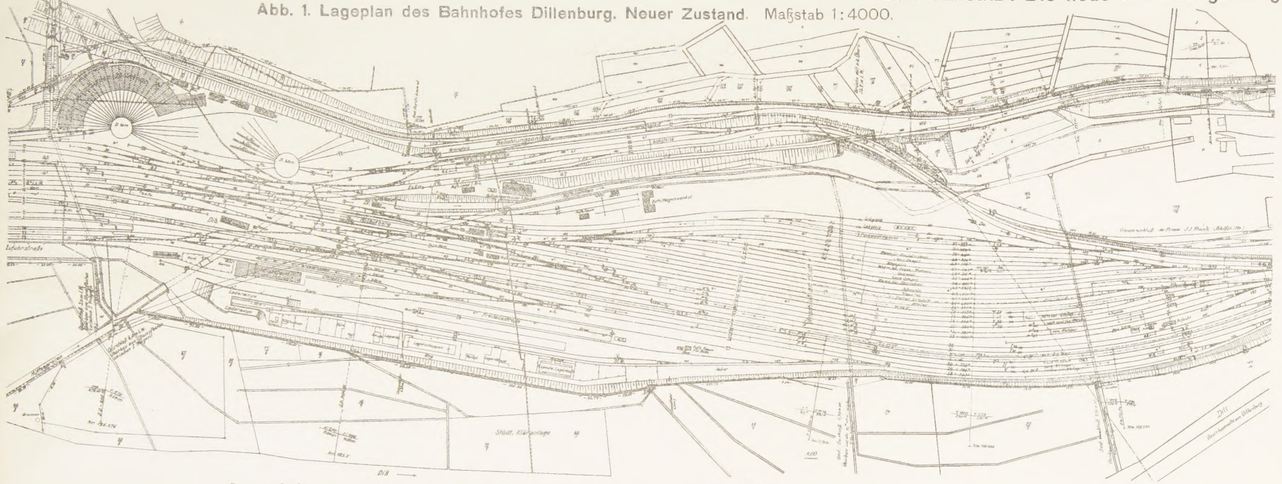


Abb. 7. Besandungsanlage.
Maßstab 1:300.

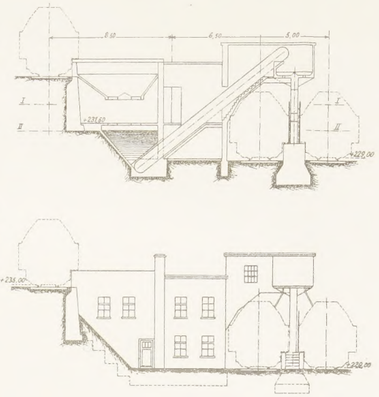


Abb. 8. Entladeanlage für Selbstentladewagen.

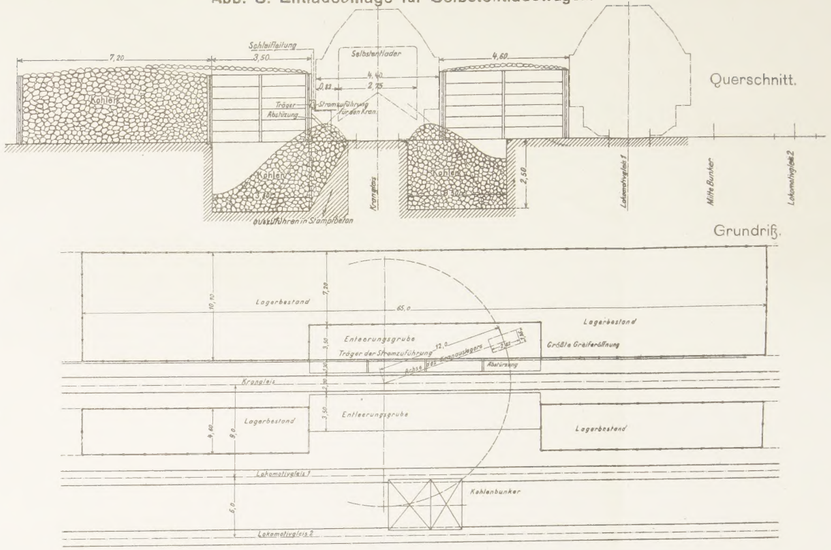


Abb. 4. Schlackensümpfe.

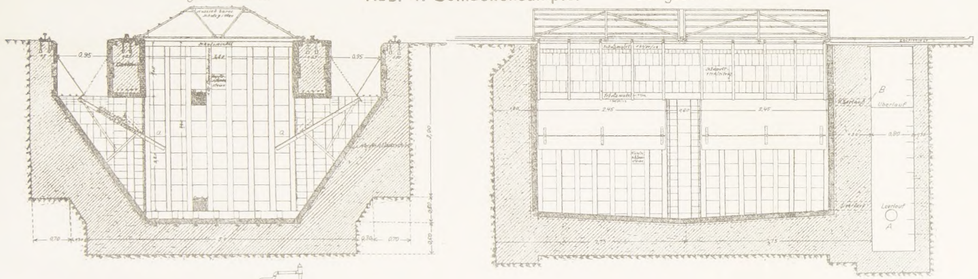


Abb. 3. Reinigungsgrube. Längsschnitt.

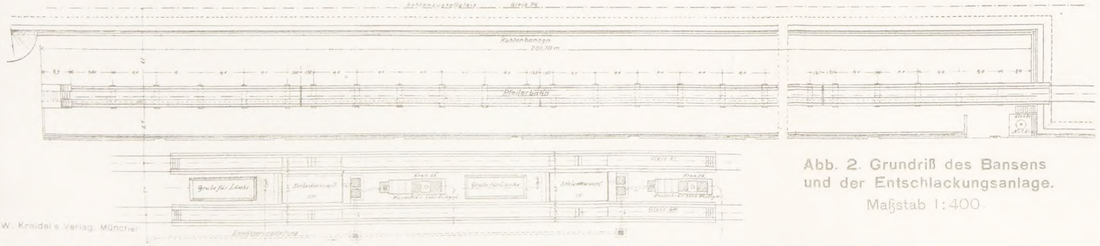


Abb. 2. Grundriß des Bansens und der Entschlackungsanlage.
Maßstab 1:400.

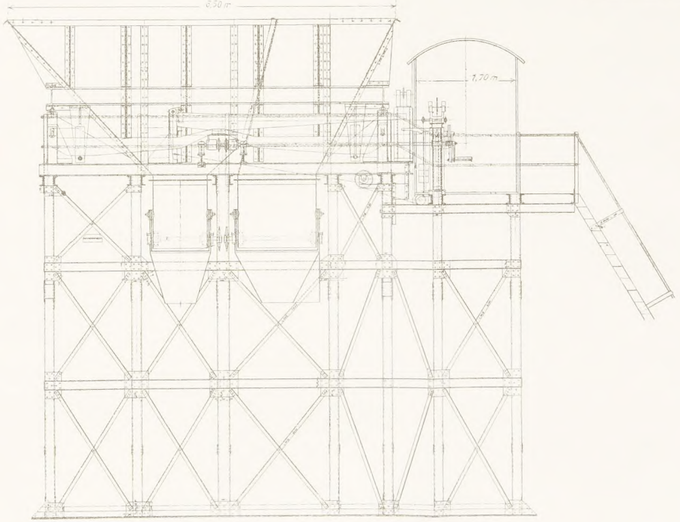


Abb. 5. Kohlenbunker. Längsansicht. Maßstab 1:70.

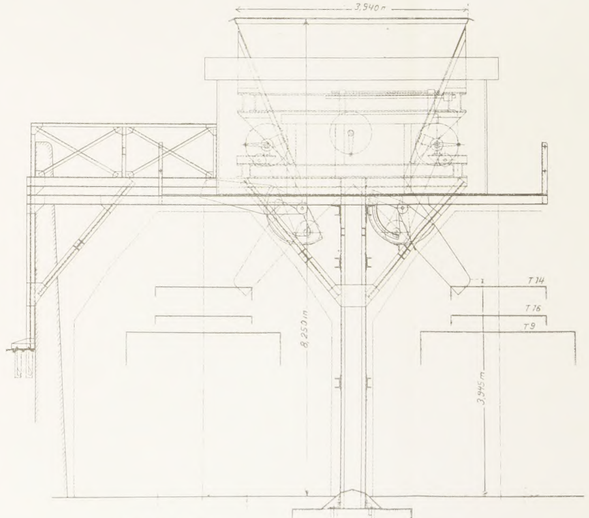


Abb. 6. Kohlenbunker. Stirnansicht. Maßstab 1:70.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt

Weiterentwicklung der Bekohlungsanlage.

Hand der beim Bau und Betrieb gewonnenen Erfahrungen.

Der Kranbau liefert heute regelspurige Greiferkrane von ragfähigkeit mit 12 m Ausladung. Die gröfsere Ausladung zu einem breiteren und kürzeren Bansen und damit zu Verkürzung der Pfeilerbahn, so dafs geringere Kosten ehen. Die Pfeilerbahn eines Bansens von 3000 t Inhalt bei entsprechender Breite nur 65 m lang. Hiermit entdet sich auch ohne weiteres die Frage, ob ein fester oder arer Bunker vorzusehen ist. Infolge der kurzen Kranwege n sich die höheren Anlagekosten von 15 bis 20000 ℳ mehr, zumal die Vorteile selbst bei längeren Bansen in gem Mafse nur beim Fassen der Bestände aus den Bansenen in die Erscheinung treten, was jedoch verhältnismäfsig und bei einer täglichen Ausgabe von 100 t nur bei rund agesausgaben geschieht. Wenn die Verwendung von Selbstdern erst später in Aussicht steht, kann an Stelle der rbahn zunächst eine Schneise im Kohlenbansen angelegt en, in die dann später die Pfeilerbahn gesetzt wird. Es ehen dann nur die Kosten für die Schneisenwände.

Die Rampe zur Pfeilerbahn kann man sparen und die Kosten Pfeilerbahn verringern, wenn man im Bansen beiderseits Krangleises Gruben, die nur eine einmalige Selbstentladeung aufnehmen und fortlaufend entleert werden, anlegt die Pfeilerbahn, die nur so lang zu sein braucht wie die e, in S. O. bringt (s. Abb. 8, Taf. 14). Um den Vorteil r Kranwege auszunutzen, legt man die Gruben dem er gegenüber, die Lagerbestände an ihre Flügel. Die nzuführung für den Kran mufs entweder zwischen den nen, die dann ein Fundament aus bewehrtem Grobmörtel ten müssen, oder seitlich an der Schneisenwand und in Lücke über der Grube, wo die Wand fortfallen mufs, an die Lücke überbrückenden Träger angeordnet werden. ie Pfeilerbahn hoch oder in S. O. anzulegen ist, wird in Falle auf Grund einer genauen Kostenermittlung entlen werden müssen. Für den Betrieb wird es immer am lhaftesten sein, wenn die Pfeilerbahn in S. O. liegt.

Die viel verbreitete Ansicht, dafs die Verwendung von entladern schon wegen des hohen Stromverbrauchs durch Fördern aus den tief liegenden Gruben unwirtschaftlich st durch die auf Seite 90 gemachten Angaben über den gen Unterschied im Stromverbrauch bei verschiedenen rhöhen widerlegt. Die Wirtschaftlichkeit des Betriebes elbstentladern ist lediglich zu entscheiden durch den Ver der Kapital- und Betriebskosten der erforderlichen Wagen, lich der Kosten für die Neuanlagen. Bei Betrieb mit gen mufs aufser den in der Bekohlungsanlage stehenden nal eine Reihe von Wagen unterwegs sein, die die gleiche Menge wie der geschlossen laufende Selbstentladerzug heranzuschaffen haben. Sind z. B. vom Kohlengebiet K aus drei Bekohlungsanlagen A, B, C, deren Verbrauch und Entfernung bekannt sind, zu versorgen, so kann man aus dem Lauf der Wagen genau feststellen, wie viel Wagen insgesamt erforderlich sind und im Vergleich dazu für Selbstentlader einen Kurs aufzustellen, aus dem sich auch die erforderliche Wagenzahl ergibt. Damit kennt man für beide Fälle die Kapitalkosten, zu denen beim Betrieb mit Selbstentladern noch die Kapitalkosten für die örtlichen Anlagen kommen. Die Betriebskosten ergeben sich in beiden Fällen aus den erforderlichen Achskilometern. Die Betriebskosten der örtlichen Anlagen heben sich, da sie nahezu gleich sind, auf. Die Gesamtkosten lassen sich daher für beide Betriebe ziemlich genau ermitteln.

Von einer Verladebrücke ist für Anlagen mittleren Umfangs der hohen Anlage- und Betriebskosten wegen ganz abzuraten. Lange Ausschlackgruben sollte man, trotzdem sie den Vorteil grofser Aufnahmefähigkeit haben, nur in Ausnahmefällen zulassen. Bei der Beschaffung des Kohlenbunkers mufs auf eine sorgfältige statische Berechnung, auf gute, fachmännische Herstellung und namentlich auf ausreichende Blechstärke der dem Verschleifs stark ausgesetzten Bunkerwände besonderer Wert gelegt werden.

Gegen falsche Wägungen bei der Kohlenausgabe (unrichtige Gewichtsabdrücke) kann man sich sichern, wenn man die Bunkerwage mit einer Sicherheitsdruckvorrichtung (Wiegebalken Securitas von Schenk in Darmstadt), versieht. Der Wiegebalken ist mit einem verschliefsbaren Kasten umgeben und so eingerichtet, dafs die Einstecköffnung der Druckvorrichtung nur freigegeben werden kann, wenn sich der Wiegebalken in der Gleichgewichtslage befindet und die Laufgewichte richtig angestellt sind. Mit der Freigabe der Öffnung werden gleichzeitig die Laufgewichte festgestellt. Nach Lösung der Laufgewichte, die erst erfolgen kann, wenn die bedruckte Karte herausgenommen ist, wird die Einstecköffnung wieder verschlossen. Die Zugstange zwischen Wage und Wiegebalken ist verkleidet.

Um Schwarzfassen von Kohlen und Gewichtsverschleierung zu verhüten, mufs die Wage mit dem Bunkerverschlufs verblockt und der Blockverschlufs so getroffen werden, dafs die Lösung keinem Unbefugten möglich ist.

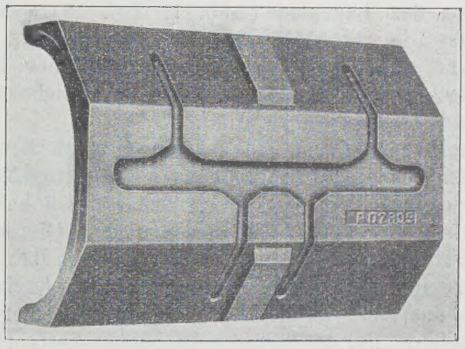
Reicht der Abstand der Lokomotivgleise aus, so ist das Wiegehaus in die Bunkerstütze zu legen und seine Sohle 0,5 m höher als die Sohle des Lokomotivführerstandes anzuordnen. Der Kohlenausgeber kann sich dann mit dem Lokomotivführer unmittelbar verständigen und auch den Tender gut überblicken.

Wegen des hohen Wertes der ausgegebenen Kohle ist eine genaue Gewichtsermittlung und Verrechnung von grofsem Nutzen. Die Vervollkommnung geeigneter Einrichtungen deren Mehrkosten sich alsbald bezahlt machen, mufs dauernd angestrebt werden.

Neuartige Schmierung von Laufachslagern in Amerika.

In Amerika macht die Schmierung der Laufachslager der Lokoen öfters Schwierigkeiten. Die führenden Laufräder haben in gel geringen Durchmesser und daher bei den schnellfahrenden notiven grofse Umlaufzahlen, die Schleppachsen sind meist ordentlich stark — mit über 30 t — belastet. Bei der bisherigen hrung der Lagerschalen wurde das Öl durch Bohrungen im el der Lagerschale dem Achsschenkel zugeführt; es sollte also an der Stelle des gröfsten Flächendrucks austreten. Die Ölwurde dadurch öfters unterbunden. Neuerdings werden nun lzufuhrkanäle zunächst auf der Aufsenseite der Lagerschale herabgeführt und dann das Öl durch Bohrungen dem Achsel an der Stelle zugeführt, wo eben das Lager zu tragen auf. Der geringe Flächendruck gestattet dort ein leichtes Austreten les. Die Textabbildung zeigt die Ausführung, die sich gut ren soll. R. D.

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 22.)



Lagerschale mit aufsenliegenden Ölzufuhrkanälen.

Das neue Eisenbahnbetriebswerk auf Güterbahnhof Erfurt.

Von Regierungsbaurat a. D. **Riemann**, Erfurt.

Hierzu Tafel 15.

Im Zusammenhange mit einer grundlegenden Erweiterung des Verschiebebahnhofes Erfurt wird an dessen Ostende als Ersatz für die in der Nähe des Personenbahnhofes gelegene alte Anlage ein neues Eisenbahnbetriebswerk für den Güterzuglokomotivdienst errichtet. Bisher mufste der gröfste Teil der Maschinen im Freien abgestellt und unterhalten werden, was auf die Dauer unhaltbar ist.

Im Betriebswerk Erfurt sind 90 Güterzuglokomotiven stationiert; hiervon sind täglich durchschnittlich 42 Maschinen im Dienst. Ferner wird das Werk von 58 fremden Maschinen in Anspruch genommen; hiervon sind 43 kurzwendend.

Der Kohlenumschlag im Güterzugdienst beträgt 86 bis 100 t täglich.

Das Werk beschäftigt im Güterzugdienst 85 Lokomotivbesatzungen und 125 Köpfe für die Verwaltung, den Schuppendienst und die Ausbesserungswerkstatt.

Infolge der schlechten Wasserverhältnisse im Reichsbahndirektionsbezirk Erfurt setzen die Lokomotivkessel sehr schnell und stark Kesselstein an, so dafs jeder Kessel etwa alle zehn Tage ausgewaschen werden mufs, also täglich im Güterzugdienst durchschnittlich fünf Lokomotiven.

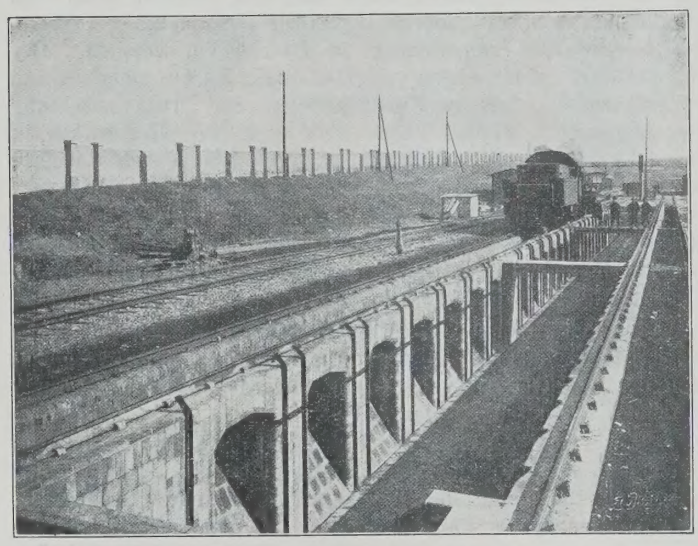


Abb. 1. Entfeuerungsgrube.

Für diese Belastung ist die Neuanlage entworfen, denn nach Fertigstellung des neuen Werkes soll das alte, in der Nähe des Personenbahnhofes gelegene, nur noch für den Personenzuglokomotivdienst benutzt werden.

Einen Überblick über die allgemeine Anordnung des neuen Werkes gibt der Lageplan (Abb. 1, Taf. 15). Mafsgebend hierfür war die Planung von Regierungsbaurat Dr. Ing. M. Osthoff (Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Jahrgang 1921, Nr. 44 und 46, über neuzeitliche Eisenbahnbetriebs- und Ausbesserungswerke).

Innerhalb des Werkes ist auf einen guten Kreislauf der ein- und ausfahrenden Lokomotiven ohne gegenseitige Behinderung Bedacht genommen. Das Verkehrsgleispaar des Bahnhofs erhält Linksbetrieb; es ergibt sich das aus der Gleisanlage des Betriebswerks und seiner Lage zu den anderen Bahnhofsteilen.

Die aus dem Dienst kommenden Maschinen beginnen ihren Lauf durch das Werk an dessen Westende. Auf der Nordseite liegt die Einfahrt, auf der Südseite die beiden Ausfahrten, östlich die für die Lokomotiven nach den Ost-, Süd- und Westrichtungen, westlich die für die Maschinen nach den Nordrichtungen.

Die baulichen Anlagen des neuen Werkes, die gröfsten fertiggestellt sind, zeigen eine Reihe bemerkenswerter Neuerun Die wichtigsten Bauten sollen im folgenden behandelt wer

1. Die Abrüste- und Bekohlungsanlage.

Die Abrüste- und Bekohlungsanlage wurde zunächst einen fahrbaren Greiferdrehkran mit 15,0 m langem Ausl 3,0 t Tragkraft und 3,0 m Spurweite entworfen und ausgef Die Entfeuerungsgrube und die Gleisanlage wurden wäh des Inflationsjahres begonnen und im Jahre 1924 volle Ebenso der Greiferkran selbst. Erst später entschlofs sich, die eigentliche Bekohlungsanlage zu ändern. Der Gr kran soll auf eine fahrbare Verladebrücke gestellt werden vier Kohlenbunker von je 30 t Inhalt trägt. Jeder Bunke mit einer Wage versehen. Die Lokomotiven entnehmen Kohle aus den Bunkern, die vom Greiferkran gefüllt we Hierdurch soll die Nachtschicht für die Bedienung der kohlungseinrichtung erspart und eine verläfslichere Verwie der Kohle erreicht werden.

Die Umänderung der Bekohlungseinrichtung konnte h wegen Mangel an Mitteln noch nicht ausgeführt werden. Bekohlung erfolgt also zunächst in der ursprünglich vorgesel Weise mit dem Greiferkran allein. Ein Nachteil der zukünf Anlage besteht wohl darin, dafs bei der Bewegung der K namentlich beim Aufladen und Entladen des Bansens, sehr totes Gewicht (Greiferkran, Verladebrücke und Bunker Kohlen) mitbewegt werden mufs.

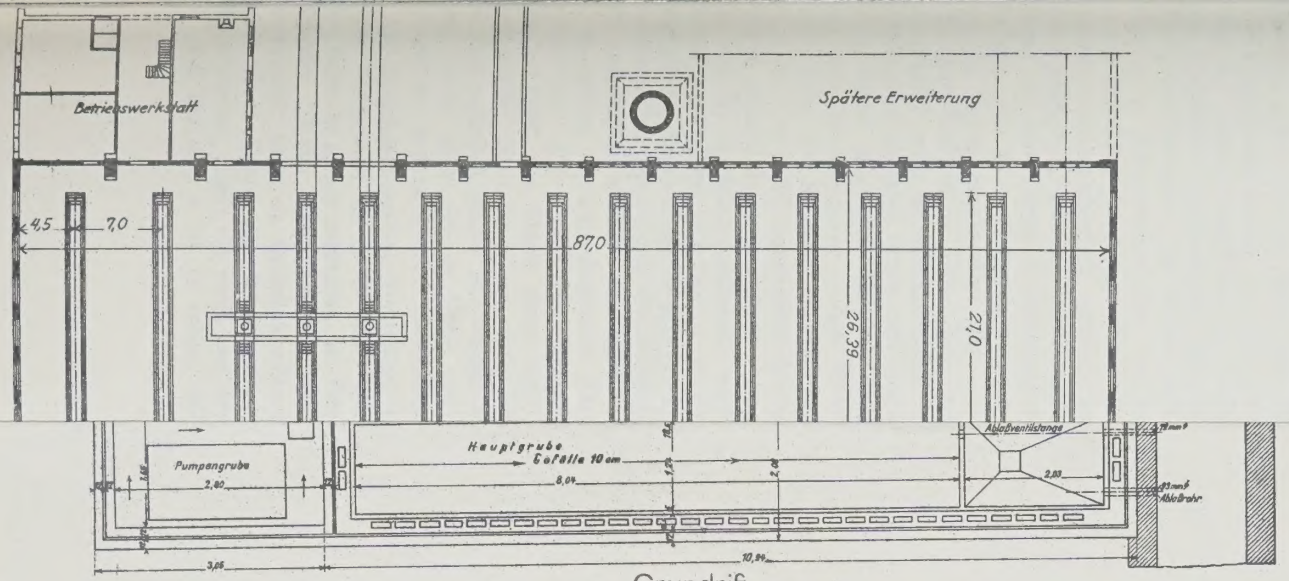
Auch die Bansenanlage und die Lokomotivbesandungsa ist noch nicht ausgeführt. Es soll deshalb nur auf die feuerungsgrube näher eingegangen werden.

Sie ist in Textabb. 1 dargestellt.

Das Bauwerk ist in Beton und Eisenbeton ausgeführt hat eine Gesamtlänge von 92,20 m; davon entfallen 80 m die eigentliche Entfeuerungsgrube und 12 m auf die we vorgelagerte Löschegrube. Ihre lichte Weite beträgt e wie die des eigentlichen Schlackensumpfes 3,75 m. Läng Sumpfes sind flache Seitengruben zum Schlackenziehen und in verschiedenen Längen, in dem südlichen Gleis auf 40 dem nördlichen auf 80 m, angelegt. Auf dem südlichen die kurzwendenden Maschinen behandelt werden, auf dem lichen die zur Ruhe übergehenden.

Die Tiefe des Schlackensumpfes beträgt rund 3,0 m Schienenoberkante, die der Seitengruben 1,2 m. Die nach Mittelgrube zu liegenden Schienen der beiden Gleise l auf die Länge der Seitengruben auf Eisenbetonpfeilerba Die Bemessung dieser Bahnen machte einige Schwierigk da sie hier erstmalig für den N-Lastenzug durchgeführt w Durch die Ausführung in Eisenbeton unter starker Bewel der Stützen — der Träger wurde als über den Stützen d laufend und eingespannt berechnet — ist es trotz der Lasten gelungen, die Trägerhöhen einschliefslich Ummant in der Mitte der Felder auf 50 cm zu beschränken und lichte Höhe der Öffnungen nach der Tiefgrube zu auf zu bringen. Hierauf kommt es besonders an, damit auch Schlackenbrocken hindurch rutschen können. Über den Pf sind die Träger 60 cm hoch. Die Lichtweite der Öffnu beträgt rund 1,20 m, die Breite der Pfeiler rund 1,0 m.

In Abschnitten von 20 m Länge ist die Grube auf ganze Breite durch Dehnungsfugen unterteilt, die auch Gruppenpfeiler bis auf die Grundplatte durchschneiden; es stehen hier also zwei Pfeilerhälften von je 75 cm Breite. Dehnungsfugen werden durch die Eisenbetonrahmen gec die alle 20 m zwischen den beiden Seitengruben Verbind



Grundriß.

Abb. 3. Wasserbehälter für die Auswaschanlage.
Maßstab 1:100.

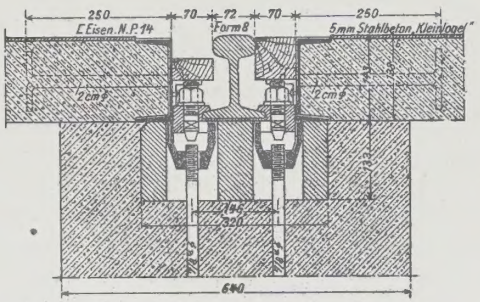


Abb. 4. Schienenbefestigung für die Schiebebühne.

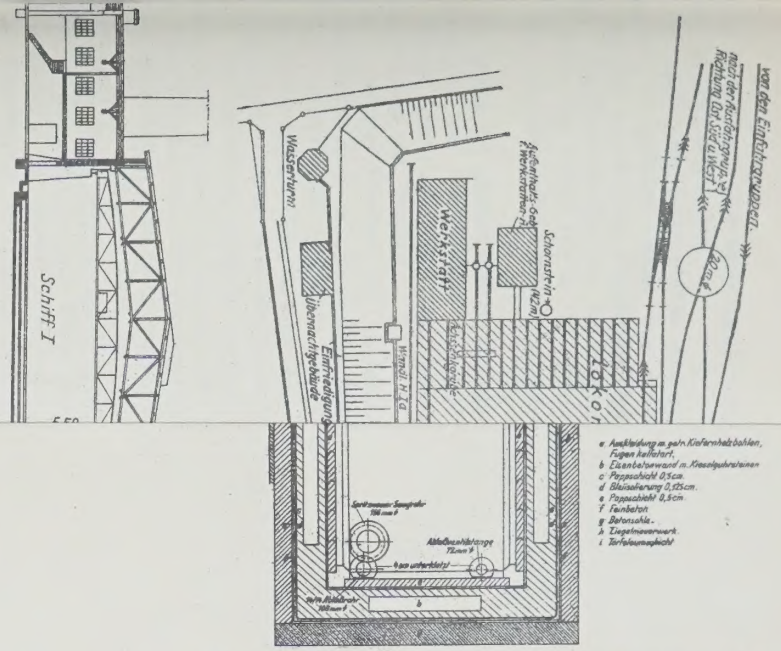


Abb. 6. Behälter der Spritzwassergrube.
(Maßstab 1:50.)

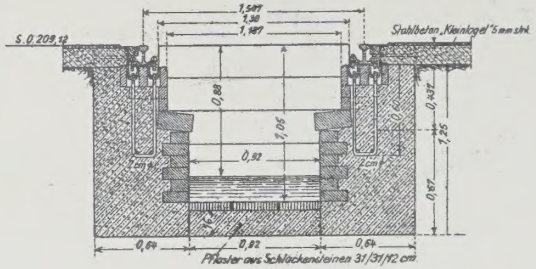
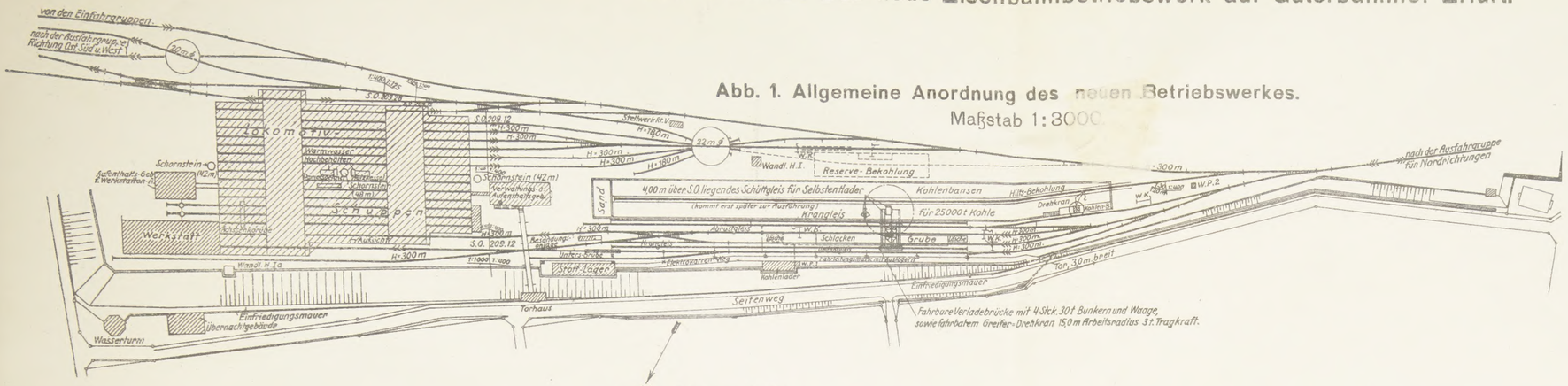


Abb. 5. Untersuchungsgrube.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Das neue Eisenbahnbetriebswerk auf Güterbahnhof Erfurt.

Abb. 1. Allgemeine Anordnung des neuen Betriebswerkes.
Maßstab 1:3000.



Längsschnitt.

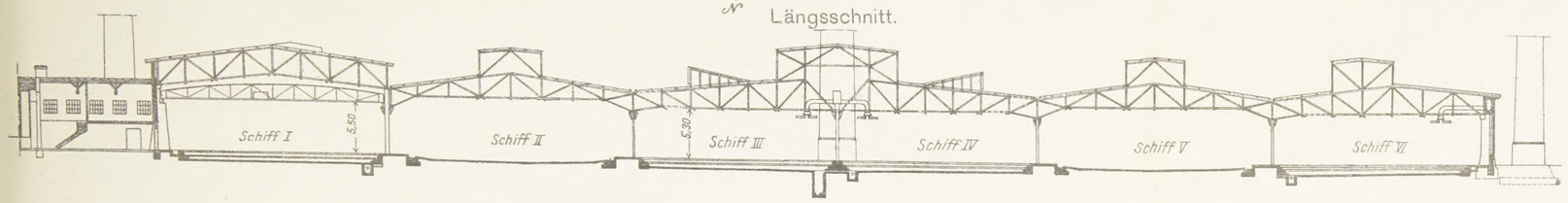
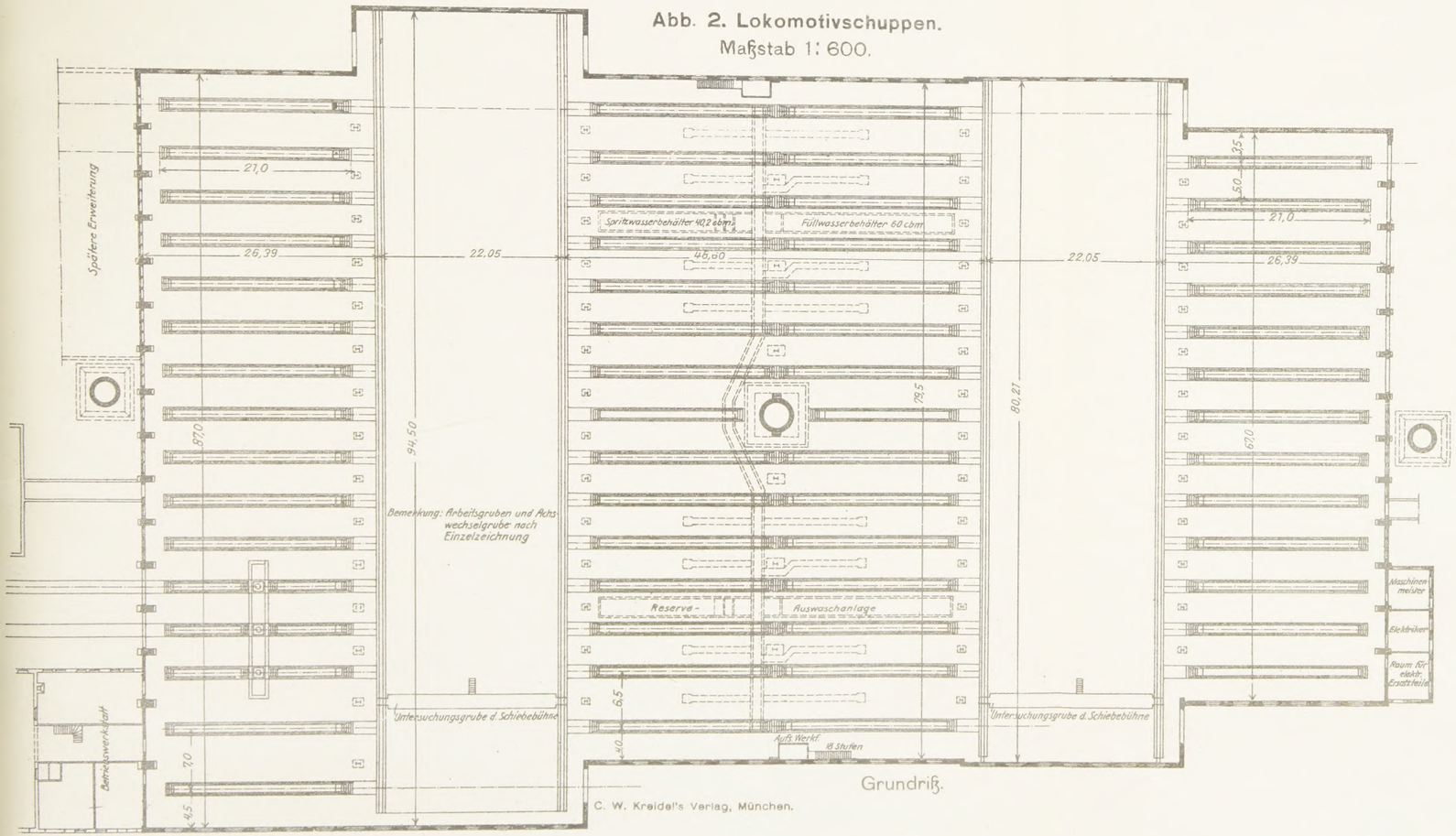
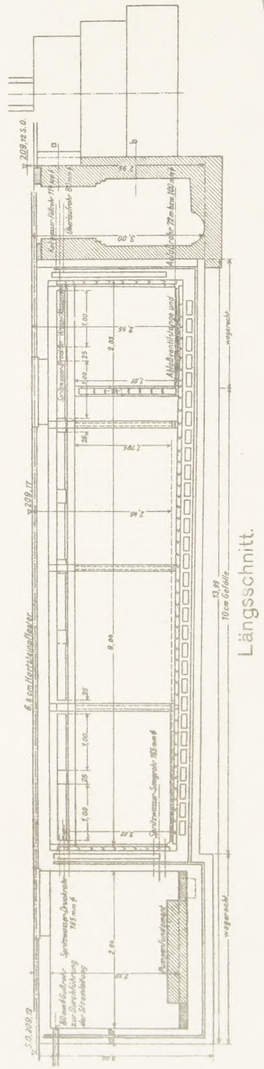


Abb. 2. Lokomotivschuppen.
Maßstab 1:600.



Grundriß.



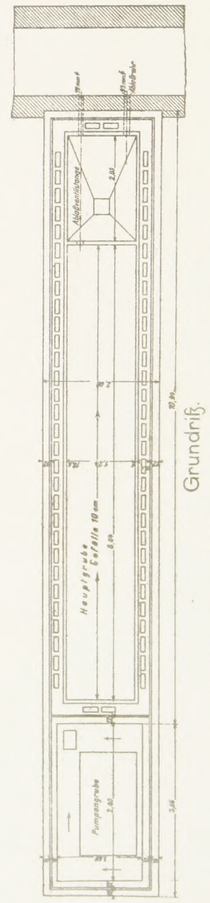


Abb. 3. Wasserbehälter für die Auswaschanlage.
Maßstab 1:100.

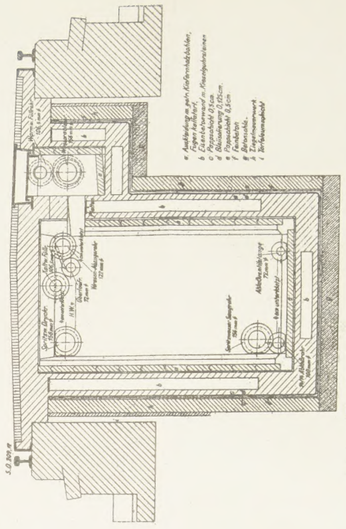


Abb. 6. Behälter der Spritzwassergrube.
(Maßstab 1:50.)

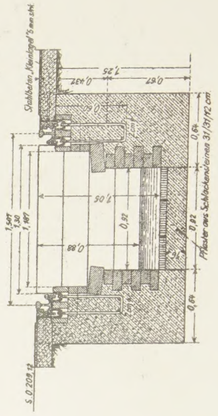


Abb. 5. Untersuchungsgrube.

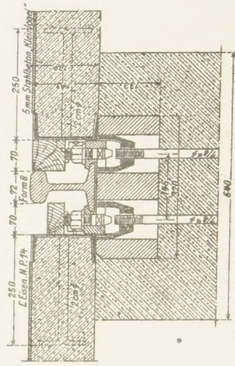


Abb. 4. Schienenbefestigung für die Schiebebühne.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

ken herstellen. Die lange Grube würde sonst den Quer-ehr zu sehr erschweren.

Die Sohlen der Seitengruben sind nur schwach nach der ngrube zu geneigt. Beim Bau der Grube konnte noch t mit der allgemeinen Einführung der Kipprosten gerechnet len. Die Rutschflächen von den Seitengruben in die Mittel-e haben ein Gefäll von 2 : 1. Auch die Mittelgrube ist Längs- und Quergefäll versehen, damit sie entwässert werden n.

Die Sohlen der Gruben und die Rutschen sind mit Schlacken-tersteinen von der Gröfse 31 × 31 × 10 cm befestigt. e Steine hatten sich bei ähnlichen Anlagen in Eisenach Gerstungen gut bewährt.

Alle anderen Flächen mit Ausnahme der Wangen- und eraufsichten sind mit Biebricher Schamottesteinen durch-ittlich 70 mm stark verkleidet.

Zu dieser Schamottebekleidung hat man sich auf Grund Erfahrungen entschlossen, die an anderen Stellen und mit ren Auskleidungen gemacht wurden. Beton- und Ziegel-mauerwerk, einerlei ob verputzt oder nicht, wird sehr bald h die glühenden und auch säurehaltigen Schlacken zerstört. elbst die festesten natürlichen Steine, Granit und Basaltlava, ringen in der Hitze. Auch bei Klinkern, gewöhnlichen Gasofenklinkern, werden anscheinend innere Spannungen elöst, so dafs bald einzelne Köpfe abspringen. Neuerdings vielleicht in der Torkretierung der Wände noch ein ge-eter Wandschutz für Entfeuerungsgruben gefunden. In damerika sollen hiermit recht gute Erfolge erzielt worden In Deutschland müssen sie aber erst noch gesucht werden. Mit der Schamotteauskleidung wird jedenfalls erreicht, die Oberfläche des Bauwerks säurefest und hitzebeständig Da ferner Schamotte die Wärme schlecht leitet, wird auch eigentliche Betonkonstruktion vor den zerstörenden Ein-ungen der Hitze geschützt. Aufserdem ist die Oberfläche Biebricher Schamottesteine ziemlich fest und glasig. Wenn dafür gesorgt ist, dafs die Verbindung zwischen Verkleidung Beton gut hält, dürfte die Schamotteverkleidung der beste tz sein, den es nach den bisherigen Erfahrungen für die de von Entfeuerungsgruben gibt.

Bei der Verkleidung bindet jede zweite Steinreihe durch kere Steine in die Betonkonstruktion ein. Im Beton müssen valbenschwanzförmige Nuten zum Einsetzen jener Schichten kerer Steine ausgespart werden. Das erfordert bei Her-ung der Betonschalung einige Mühe und Sorgfalt. Es fiehlt sich, die Schalung stärker als sonst im Betonbau ch, etwa 4 cm stark, anzuordnen und auch hobeln zu lassen. Nuten müssen durch Aufnageln von entsprechend starken len auf die Schalung ausgespart werden; die Bohlen sind en des Ausschalens von innen auf die Schalung zu nageln. eigentliche »Schwalbenschwanz« wird am einfachsten durch leistchen von dreieckigem Querschnitt, die seitlich auf jene len aufgenagelt werden, ausgespart. Nimmt man hierfür , so platzen die vorspringenden Nasen des Betons beim schalen ab. Die Gipsleistchen dagegen bleiben beim Aus-len zunächst am Beton sitzen und können dann leicht ernt werden, ohne die Nasen zu beschädigen. Die Leistchen en sich natürlich immer nur einmal verwenden. Ihre Her-ung macht aber geringe Mühe und Kosten und erspart Ärger bei und nach dem Ausschalen.

Auf die peinlich saubere Herstellung der schwalbenschwanz-nigen Vorsprünge im Beton mufs ganz besonders geachtet den, denn sie bilden sozusagen das Rückgrat der Schamotte-kleidung. Wenn diese lediglich vor die Betonwand vor-auert wird, kann sie natürlich nicht halten.

Die obere Kante der Wände der Tiefgrube mufs gut hützt werden, damit sie nicht von dem Greifer zerschlagen l. Auf Textabb. 1 ist zu sehen, dafs zu diesem Zwecke T-Eisen angebracht sind, die unten einfach in die Fugen des Plattenbelags eingesteckt und etwa in $^2/_3$ der Höhe durch um die Pfeiler gelegte Schellen oder durch eingemauerte Krallen gehalten werden. Diese Schrammeisen sind also leicht durch neue zu ersetzen.

Für die Befestigung der Schienen auf dem Bauwerk ist eine Schienenstuhlbefestigung gewählt worden. Auf Textabb. 1 sind die schweren Gufsstahlstühle zu erkennen, in denen die Schienen mit Keilen befestigt sind. Zwischen den Stühlen liegen die Schienen frei, belasten also die Betonoberfläche nicht. Die Stühle greifen mit breiten Backen rund 20 cm tief in den Beton ein; bei der Pfeilerbahn umfassen sie so einen Teil der oberen Eiseneinlagen.

Da um die Stühle herum sich keine Schamottebekleidung anbringen läfst, ist die oberste, rund 12 cm starke Schicht des Betons aus »Stahlbeton« ausgeführt, und zwar wurde diese Schicht sofort auf den frischen Beton aufgebracht, da sie sonst nach Erfahrungen an anderer Stelle mit dem Unterbeton keine haltbare Verbindung eingeht. Bei der Pfeilerbahn hat sich die Ausführungsweise bisher auch gut bewährt, bei den aus unbewehrtem Grobmörtel bestehenden Aufsenwangen dagegen nicht. Hier zeigen sich Risse, die von den Stühlen ausstrahlen. Es ist zu befürchten, dafs sich diese Risse unter dem Einflufs von Öl und Hitze schnell erweitern und dafs die Stühle sich dann lockern werden. Da sich diese Erscheinung bei der Pfeilerbahn nicht zeigt, mufs man annehmen, dafs hier bei Temperaturerhöhungen die Schiene und der Eisenbetonträger, da sie beide allseitig bestrahlt werden, sich gleichmäfsig längen, während dies bei den Wangenmauern, die ja aufsen in der Erde stecken, nicht der Fall ist. Durch die starren und festgerosteten Keilverbindungen mit den Gufsstahlstühlen überträgt sich die ganze Kraft der Wärmeausdehnung der Schiene auf die im Beton festsitzenden Stühle und lockert diese allmählich. Um die Reibung der Schienen in den Stühlen zu vermindern, wurden jetzt die Keilverbindungen mit Stauferfett geschmiert, doch bleibt der Erfolg abzuwarten.

In die Gruben hinein führen Treppen. Unter ihnen liegen Wasserkammern, an die die Entwässerungsleitungen der Grube angeschlossen sind. Nach dem Schlackensumpf zu sind die Kammern durch Filterkästen, die herausgenommen werden können und deshalb auf Rollen laufen, abgeschlossen. Jeder Kasten hat drei, aus verschieden grofs gelochten Blechen gebildete Abteile, die mit Kies verschiedener Körnung gefüllt sind. Die Filterkästen sollen verhüten, dafs Schlackenteilchen mit dem Abwasser in die Steinzeugrohrkanäle kommen und diese allmählich ausschleifen. In den beiden Revisionsschächten, in denen die beiden Stichkanäle an die Hauptleitung anschliefsen, ist aufserdem je ein grofser Sinkkasten angeordnet, der vom Greifer herausgehoben und entleert werden kann.

In diesen Schächten befindet sich auch je ein Rückstauschieber, um das Wasser in dem Schlackensumpf anstauen zu können. Der Schlackensumpf soll nämlich nur an frostfreien Tagen unter Wasser gesetzt werden, bei Frost soll die Schlacke abgebraust werden.

Wenn bei Frost nach dem nassen Verfahren gearbeitet wird, fafst der Greifer beim Verladen der Schlacke sehr viel Wasser mit und es vereisen die umliegenden Gleise und Anlagen so stark, dafs sie nicht mehr betriebsfähig sind und besonders frei gehalten werden müssen.

2. Der Lokomotivschuppen.

Textabb. 2 gibt einen Blick auf den neuen Lokomotivschuppen von Westen, Textabb. 3 einen Blick in das Innere und Abb. 2, Taf. 15 den Grundrifs und Längsschnitt.

Der Schuppen erhält nach seinem vollen Ausbau 57 Stände, darunter fünf Reparaturstände im Ostschiff und 28 Stände im Mittelschiff mit Einrichtungen zum Auswaschen.

Der eigentliche Hochbau ist vollkommen fertig. Der Ziegelrohbau ist mit einer freitragenden hölzernen Dachkonstruktion überdacht, bei deren Durchbildung nach Möglichkeit auf die neuen Grundzüge, die von dem Ausschufs für Lokomotivbehandlungsanlagen beim Eisenbahnzentralamt zur Zeit des Baues gerade aufgestellt wurden, Rücksicht genommen ist. Insbesondere entsprechen die Stellung und Ausmafse der Oberlichtaufbauten diesen Grundzügen.

Die hölzernen Binder ruhen aufser auf den Pfeilern der Aufsenmauern auf eisernen Säulen und auf einem in der Achse des mittleren Schornsteins liegenden Unterzug. Dieser wurde angeordnet, um hier in dem Auswaschschiff jede zweite Stütze fortlassen zu können. Der Unterzug trennt die Dachbinder in zwei Systeme. Jede Hälfte ist für sich ein Gerberträger. Die Kragträger liegen über den Schiebebühnenschiffen.

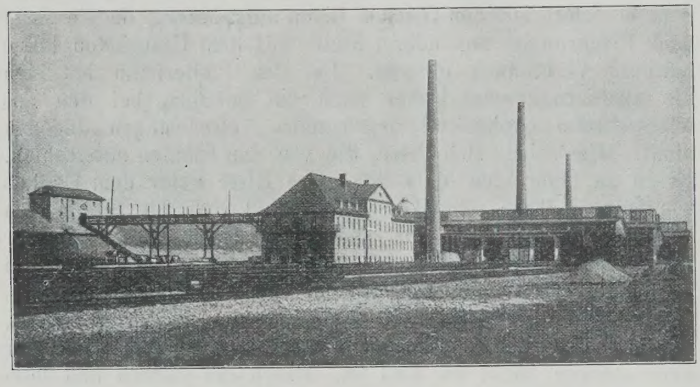


Abb. 2. Lokomotivschuppen von Westen gesehen.

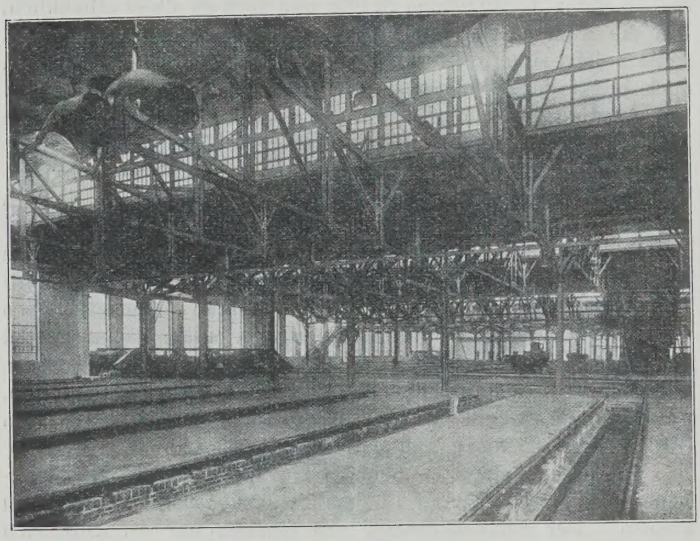


Abb. 3. Blick ins West- und Mittelschiff des Lokomotivschuppens.

Bei der Vergebung der Dachbauten war die Binderart vorgeschrieben worden; den sich am Wettbewerb beteiligenden Firmen war also lediglich die Ausbildung der Einzelheiten überlassen.

Textabb. 4 zeigt den eisernen Unterzug und die Aufstellung der Binder des Mittelschiffes, Textabb. 5 die Anordnung der Oberlichter. Längs der Fensterflächen laufen innen und aufsen Bohlengänge, die die Reinigung der Fenster erleichtern und aufsen besonders zum Schutz der Dachhaut dienen.

Die Eindeckung des Daches mufste im Winter vorgenommen werden. Diese ungünstige Zeit war mit ein Grund, weshalb für die Dacheindeckung ein teerfreies Pappdach und zwar »Ruberoid« gewählt wurde.

Da mit Schmiedeeisen und Zinkblech auf Dächern von Lokomotivschuppen schlechte Erfahrungen vorlagen, sind d Stoffe möglichst vermieden worden. Die Rinnen und Ab rohre bestehen aus Gufseisen, die Oberlichtfenster aus mit kittloser Verglasung und ihre Beschläge aus Bronze. die wagrechten Sprossen, die aus Holz leicht verfaulen wür wurde die sogenannte Spannbleiverglasung gewählt.

Die Schuppenfenster und Tore sind nach den Mus blättern des Ausschusses für Lokomotivbehandlungsanlagen geführt, und zwar in Schmiedeeisen. Nur die beiden innen schlagenden Tore in dem Ausbesserungsschiff sind, Platz zu sparen und um anderweite Erfahrungen zu samm als Falttore aus gepreften Eisenblechen ausgeführt. D Tore werden für Kraftwerke, Flugzeugschuppen usw. und

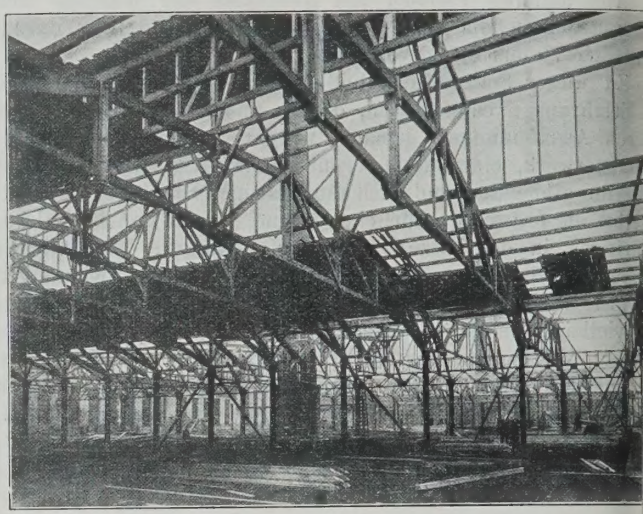


Abb. 4. Montage der Holzbinder.

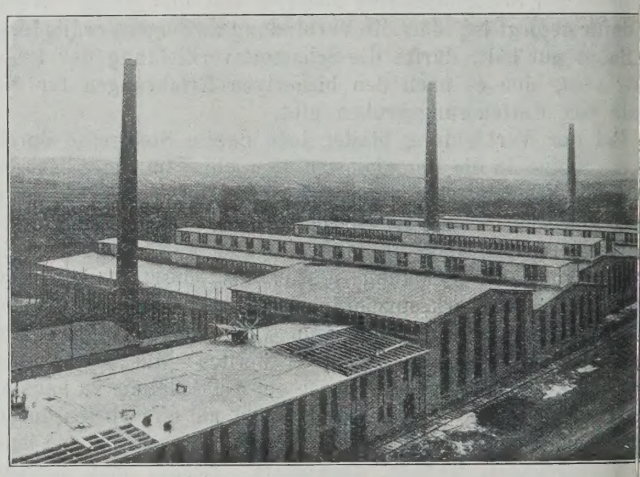


Abb. 5. Ansicht von Nordosten mit den Oberlichtaufbaute

Holland auch für Lokomotivschuppen viel verwendet und zeic sich besonders durch geringen Raumbedarf aus. Bei Erfurter Ausführung faltet sich jeder Torflügel beim einmal zusammen und legt sich im geöffneten Zustand genau in die innere Torpfeilernische, dafs das geöffnete fast keinen Platz beansprucht und auch kein Licht wegn Jeder Flügel läuft oben mit einer Entlastungs- und Führ rolle auf einer Laufschiene, läfst sich also leicht öffnen schliefsen und wird im geschlossenen Zustand durch je Schub- und Treibriegel fest gegen den Anschlagrahmen ge Die Tore machen einen sehr guten Eindruck, ob sie sich in dem rauhen Lokomotivschuppenbetrieb bewähren w bleibt erst noch abzuwarten.

ie Ausführung der Untersuchungsgruben und der Schiebe-fundamente geht aus Abb. 3, 4 und 5, Taf. 15 hervor. ie Gruben sind in Grobmörtel im Mischungsverhältnis 25 Teilen Trass, 0,75 Teilen Zement und 8 Teilen Kies-ıusgeführt und innen mit Gasofenklinkern verkleidet. Verkleidung hat sich schon während der Bauzeit als us angebracht erwiesen.

euartig ist die Schienenbefestigung. Erfahrungen an r Stelle und Versuchsausführungen hatten gezeigt, dafs ɔlichen Schienenbefestigungsmittel auf Stein und Beton-werk sich mit der Zeit mehr oder minder alle lösen, ie meist nicht tief genug in das Mauerwerk hineinreichen. rde deshalb hier eine Verankerung vorgesehen, die die äfte möglichst tief in den Beton der Grubenwangen leitet.

ur Verbindung der Schienen mit den Rundeisenankern die sogenannten Ankerschraubenhülsen bekannter Bauart. chienen liegen auf gepreſsten und imprägnierten Pappel-ättchen, diese wieder auf einer Rollschicht aus besonders ıten Gasofenklinkern. Der Schienenfufs ist mit den Anker-ıbenhülsen durch die gewöhnlichen Klemmplättchen und ıschrauben verbunden. Die Kammer zwischen Schiene ufsbodenbegrenzung ist zwischen jeder Schienenbefestigung einmal durch eine besonders breite und tiefe Fuge in ollschicht entwässert. Um zu verhüten, dafs Wasser in ammern der Ankerschraubenhülsen eindringt und das isenzeug rostet, wurden die Kammern mit Stauferbuchsen-usgestrichen.

Die Klinkerverblendung wurde gleichzeitig mit dem Beton-werk hochgeführt, damit sie mit diesem einen Verbund-r bildet. Die Rundeisenanker sollen bei der Ausführung Mauerwerks möglichst genau nach Seite und Höhe ein-cht werden, da später nichts mehr verstellt werden kann ɔei Fehlern die Spurweite und Höhenlage der Hülsen stimmt. Bei der Ausführung des Mauerwerks ist deshalb ltige und genaue Arbeit unerläfslich.

Der Befestigung der Schiebebühnenlaufschienen auf den ıımenten liegt gleichfalls der Gedanke zugrunde, die räfte möglichst tief im Mauerwerk zu verankern. Das rwerk besteht aus Grobmörtel von 0,25 Teilen Trafs, Teilen Zement und 6 Teilen Kiessand und ist nicht eidet. Als Schienenauflager und Befestigungsvermittler ı kurze eiserne Schwellenstücke, deren Decke durch ein-tete U-Eisen N. P. 10 zur Aufnahme des Ankerzuges rkt wurde. Die ursprünglich geplante Entwässerung der das U-Eisen gebildeten Kammer nach der Schiebebühnen-hin erwies sich auf der Baustelle als unausführbar und e weggelassen werden.

Die Schwellenstücke wurden bei der Ausführung mit den rn verbunden; dann wurden die Schwellenkammern mit nörtel ausgestrichen, in die U-Eisenkammern waren zuvor n Stellen, wo sie für die Schienenbefestigungsmittel offen ten werden mufsten, Holzstücke eingeklemmt worden, die dem Abbinden des Mörtels wieder herausgenommen wurden. o vorbereiteten Verankerungen liefs man auf einem Gerüst der Baugrube in diese einhängen und nach Seite und einrichten. Nach dem Einbringen der beiden Lagen der sbewehrungseisen stampfte man den Fundamentbeton bis die oberste Schicht in Höhe der Schwellenstücke ein. dem Abbinden des Betonkörpers wurde schliefslich die nlage der Schwellenstücke nochmals überprüft und berichtigt dann die oberste Betonschicht eingegossen.

Die Kammern für die Schienenbefestigungsmittel füllten ıierbei nur unwesentlich mit flüssigem Mörtel, so dafs das tzen der Klemmplättchen und Hakenschrauben keine ierigkeiten machte.

Für die Entwässerung des Schuppens und die Aufnahme der zahlreichen Rohrleitungen ist in der Achse des mittleren Schornsteins ein begehbarer Kanal angeordnet.

Der Lokomotivschuppen ist mit zentraler Rauchabführung ausgerüstet. Drei Schornsteine, der mittlere von 48 m Höhe und 1,80 m oberer lichter Weite, die beiden seitlichen von 42 m Höhe und 1,40 m oberer lichter Weite, erzeugen den notwendigen Zug. Die Rauchsammelkanäle für die Seitenschiffe liegen in den Umfassungswänden und sind aus Ziegelsteinmauerwerk hergestellt.

Auf einer Eisenbetonplatte, die sich von Pfeiler zu Pfeiler spannt, ist der Kanal mit einer Lichtweite von 0,70 m aufgemauert. Die äufsere Wand ist mit einer Luftschicht, 30 cm stark und die innere massiv 25 cm stark ausgeführt. Die Sohle des Kanals ist mit einer Ziegelflachschicht wagrecht ausgelegt; die Decke besteht aus einer preufsischen Kappe mit 10 cm Stich und steigt allmählich vom Beginn des Kanals, wo die lichte Höhe nur 0,85 m beträgt, an bis zur Einmündungsstelle in den Schornstein, wo sie 1,30 m mifst. Auf diese Weise wird die von Rauchfanganschlufs zu Rauchfanganschlufs erforderliche Querschnittsvergröfserung erzielt. Die Einmündung in den Schornstein selbst wurde trompetenförmig, ähnlich wie die Zusammenführung zweier gemauerter Entwässerungskanäle, mit nach dem Schornstein zu stark zunehmenden Querschnitten angelegt. Hierbei wurden alle Ecken und Winkel schlank ab- und ausgerundet, um Rauchstauungen und Wirbel zu verhüten und Rufsansammlungen in den Winkeln zu vermeiden. Die Kanäle wurden innen mit Kalkmörtel geputzt.

Die beiden Rauchsammelkanäle für das Mittelschiff sind auf dem Unterzug, der in der Mittelachse des Schuppens liegt, errichtet. Als Kanalgerippe dienen aus schwachen Winkeleisen gebildete, eiserne Gerüste, die im Schornstein verankert sind und mit Klauen auf dem Obergurt des Unterzuges gleiten können. Die Kanalwandungen sind mit Hohltonziegeln oder Hourdis ausgesetzt Die Kanäle haben eine lichte Weite von 0,80 m; die Sohle ist wagrecht und die Decke steigt allmählich an. Der Kanalquerschnitt beträgt am Schornstein rund 1,35 m^2 und nimmt bis zum Ende auf 0,65 m^2 ab.

In die Rauchsammelkanäle sind die nach den Rauchfängen über den Ständen führenden Rauchrohre mit gufseisernen Mauerkästen eingeführt. Auch die Rauchrohre und Rauchfänge sind aus Gufseisen. Verwendet wurden ausschwingbare Rauchfänge mit selbsttätig hochgehenden Trichterflügeln und zwangläufiger Drosselklappe.

An jedem Pfeiler oder jeder Säule ist ein Rufsabfallrohr von 130 mm lichter Weite angeordnet, das unten mit einem Blechschieber verschliefsbar ist. In die Sohle des mittleren Rauchkanals sind die Rufsabfallrohre mit besonderen gufseisernen Anschlufsstücken eingeführt.

Neben jedem Rufsabfallrohr ist in der Kanalseitenwand eine Einsteigöffnung angeordnet. Die Öffnungen sind mit kiefernen, aus kreuzweise laufenden Bohlen zusammengeschraubten Türen verschlossen. Der Türbeschlag ist aus Bronze. Das Holzwerk wurde mit Teeröl imprägniert.

Für den Bodenbelag im Lokomotivschuppen und dessen Nebenräumen wurde Holzpflaster gewählt. Während der Belag für die beiden Seitenschiffe nur sparsam mit Teeröl (90 kg/m^3) getränkt wurde, erhielt der Belag für das Mittelschiff eine Tränkung mit 120 kg/m^3, weil hier der Holzbelag besonders unter Wasser zu leiden hat. Um den mittleren Schornstein herum, wo der Wärmespeicher, der Heizkessel und die Spritzwassergrube angeordnet sind, wurden für den Bodenbelag sogenannte Arahartsteinplatten verwendet; das sind Platten, die ohne Verwendung von Zement aus granuliertem Quarzit unter hohem Druck, Erhitzung und Zusatz von Ätzkalk hergestellt werden.

Das Eisenwerk innerhalb und aufserhalb des Lokomotivschuppens wurde mit Inertol gestrichen. Auch die Bolzen und Eisenbeschläge der hölzernen Dachbauten. Das Holzwerk selbst erhielt dagegen keinen Anstrich.

3. Die wärmetechnischen Einrichtungen des Lokomotivschuppens.

Jede Lokomotive, die über sechs Stunden im Lokomotivschuppen abgestellt wird und aus der das Feuer entfernt werden mufs, sei es zur Vornahme der regelmäfsigen Auswaschung oder kleinerer Ausbesserungen oder aus sonst einem Grunde, gibt ihren Dampf durch eine Dampfleitung an den östlich vom Mittelschornstein stehenden Dampfspeicher ab. Dieser ist aus einem alten Zweiflammrohrkessel hergestellt und hat rund 40 m^3 Inhalt.

Westlich des Mittelschornsteins ist ein kleiner ortsfester Dampfkessel aufgestellt. Hierfür wurde ein Einflammrohrkessel von rund 60 m^2 Heizfläche verwendet, der mit einer besonderen Unterwindfeuerung eingerichtet ist, um die im Werk anfallende Rauchkammerlösche verfeuern zu können. Die Lösche wird mit dem Greiferkran aus der Löschegrube auf besondere Förderwagen verladen und so von der Entfeuerungsgrube in den Lokomotivschuppen gebracht. Hier vor dem Heizkessel entlädt der Wagen seinen Inhalt in einen unter dem Fufsboden liegenden Trichter, der die Lösche auf das Becherwerk eines Elevators gibt. Dieser befördert die Lösche in den eisernen Hochbunker. Von hier rutscht der Brennstoff nach Bedarf dem Heizer vor der Feuerung auf die Schaufel.

Der Dampfspeicher zusammen mit dem Zusatzkessel liefert den Dampf, der für den Betrieb der Dampfheizung im Schuppen und in den umliegenden Gebäuden, sowie für die Erzeugung des warmen Wassers für die Wannen- und Brausebäder im Verwaltungsgebäude und im Aufenthaltsgebäude der Werkstättenarbeiter erforderlich ist. Aufserdem dient der Dampf dazu, das Kesselspeisewasser in den zu beiden Seiten des Mittelschornsteins angeordneten Warmwasserhochbehältern vorzuwärmen, bevor es zum Füllen der ausgewaschenen Lokomotivkessel benutzt wird. Schliefslich sollen die Lokomotiven beim Anheizen wieder mit Frischdampf versehen werden, so dafs die Anheizzeit um etwa zwei Stunden verkürzt werden kann.

Die beiden Warmwasserhochbehälter sind eiserne Kastenbehälter von zusammen rund 50 m^3 Inhalt. Sie sind untereinander durch ein Rohr kommunizierend verbunden und ruhen auf 7,50 m hohen eisernen Gerüsten. Gegen Wärmeabgabe sind die Behälter durch eine Holzummantelung geschützt, die mit Sägespänen ausgefüllt ist.

Das Erfurter Trinkwasser mufs zur Speisung der Lokomotivkessel erst enthärtet werden. Es geschieht dies nach dem Halvor-Bredaschen Kalk-Sodaverfahren im alten Betriebswerk. Von hier wird das Kesselspeisewasser durch eine besondere Druckleitung nach dem oberen Behälter des neuen, etwa 150 m nordöstlich des neuen Lokomotivschuppens oben auf der Böschung stehenden Wasserturmes gedrückt. Die Sohle des Behälters liegt etwa 25 m über Schienenoberkante. Das Kesselspeisewasser fliefst also mit natürlichem Gefälle vom Wasserturm zu den Warmwasserhochbehältern.

Das heifse Kesselspeisewasser der auszuwaschenden Lokomotiven und aller anderen Maschinen, deren Kessel aus irgend einem Grunde abgelassen werden mufs, fliefst durch eine Warmwasserablafsleitung in den unter Schienenoberkante liegenden Spritzwasserbehälter.

Die Lokomotivkessel sollen mit heifsem Wasser von etwa 60° bis 80° C ausgewaschen werden. Das aus den Kesseln abfliefsende Wasser hat etwa 100° C. Es kann also Wärme für andere Zwecke abgeben. Weiter werden zum Auswaschen eines Kessels erfahrungsgemäfs etwa nur $^4/_5$ des Kesselwassers gebraucht, $^1/_5$ kann unmittelbar in die Kanalleitung abgelassen werden. Bei dem ersten Teil von $^4/_5$ des Spritzwassers stehen mithin etwa 20° C, bei dem Rest etwa 70° C Temp unterschied zur wärmewirtschaftlichen Wiederverwendu Verfügung.

Die Spritzwassergrube besitzt zur Teilung des V und zur unterschiedlichen Wärmeausnutzung der Teil Kammern. Neben der flachen Verteilergrube ist eine Tie von rund 24 m^3 Inhalt angeordnet, die wieder durch ein wand im Verhältnis 1 : 4 unterteilt ist. Längs der Wand zwischen Verteiler- und Tiefgrube liegen Überfä dafs das in die Verteilergrube einströmende Wasser in Kammern der Tiefgrube gleichmäfsig überläuft und so und $^1/_5$ geteilt wird.

Die überschüssige Wärme des Kesselwassers wird n Vorwärmung des Kesselfrischwassers dadurch ausgenutz das kalte Frischwasser auf seinem Wege vom Hochb des Wasserturms nach den Warmwasserhochbehältern schieden langen Kupferschlangen zunächst durch die kl dann durch die gröfsere Kammer der Tiefgrube und schl zurück durch die Verteilergrube geleitet wird. Hierbei e sich das Frischwasser auf etwa 60° C.

Neben dem Spritzwasserbehälter ist die Grube f Spritzwasserpumpe angeordnet. Hier treibt eine elektri getriebene Kreiselpumpe das Spritzwasser durch die Au leitung nach der auszuwaschenden Lokomotive.

Eine weitere elektrisch angetriebene Pumpe steht an der Warmwasserhochbehälter; sie füllt die ausgewaschene motivkessel mit frischem Kesselspeisewasser aus den Warm hochbehältern.

Der Behälter der Spritzwassergrube (Abb. 6, Ta wurde zur Platzersparnis unter der Erde angeordnet. als Baustoff war also dafür gegeben. Der Behälter aber nicht nur wasserdicht, sondern auch wärmedicht her werden.

Um die Wärmedurchlässigkeit möglichst gering zu wurden die Wandungen als Eisenbetonzellenwände aus deren Zellen mit Kieselgursteinen ausgesetzt wurden. D Wärmeisolierfähigkeit dieser Steine geht verloren, wenn Gelegenheit gegeben wird, Wasser aufzusaugen. Die betonzellenwandungen waren deshalb innen und aufsen dicht zu bekleiden. Die äufsere Bekleidung gegen Grun und Undichtigkeiten des Behälters besteht aus einer 1 starken Walzbleihaut. Die Baugrube wurde zunächst mi $^1/_2$ Stein starken Ziegelmauer, die gegen das Mauerwe benachbarten Untersuchungsgruben durch Dachpappe wurde, zum äufseren Schutz des Bleimantels ausgekleide diese sorgfältig abgeputzte Mauerwerkschicht wurde ein Isolierpappe aufgeklebt; hierauf wurde die Bleihaut verlötet und wieder mit einer Lage Pappe überklebt.

Die innere, die Eisenbetonzellenwand schützende H die Aufgabe, nicht nur gegen das Wasser selbst zu sc sondern auch gegen dessen Hitze. Es wurde deshalb Eisenbetonbehälter hinein als schlechter Wärmeleiter ein starke Spundbohlenauskleidung gesetzt. Die Spundboh Kiefernholz sind mit Teeröl unter Druck imprägniert; d spundung ist mit teeröl-getränktem Werg kalfatert. Rohrdurchgängen wurden zwischen der Bohlwand und d haut Bleihülsen eingelegt, die in die Bleihaut eingelöt auf die Bohlwand umgebördelt sind. Die Umbördelungen durch die inneren, auf die Bohlwand aufgeschraubten flansche fest gegen das Holz und die Klingeritdichtu Flansche gepreſst, so dafs auch an den Rohrdurchgäng Wasser an die Zellenwand gelangen kann.

Die Kieselgursteine wurden gleichzeitig mit der Aus des Eisenbetons eingebracht, da nach seiner Fertigstell Hohlräume der Zellenwand zum gröfsten Teil nicht m gänglich gewesen wären.

mufste deshalb dafür gesorgt werden, dafs sich die
ırsteine nicht schon beim Verlegen in dem nassen Eisen-
örtel mit Wasser vollsaugten; da die Zellen nach Fertig-
des Behälters allseitig von wasserdichten Wänden um-
ind, war andernfalls zu befürchten, dafs die Kieselgur-
ıicht wieder austrocknen würden.
rsuche ergaben, dafs ein 200 g schwerer Kieselgurstein,
ıden unter Wasser gelegt, eine Gewichtszunahme von
rfährt, also über 100 % seines Gewichtes Wasser auf-
Beim Trocknen bekam der Stein sein ursprüngliches
wieder. Derselbe Stein, nach dem Trocknen mit
l getränkt, nahm 10 g Ceresitol auf. Nach dem Trocknen
Vasser gelegt nahm der Stein nunmehr nur 60 g an
zu und behielt im Gegensatz zum ersten Versuch seine
mfähigkeit. Damit schien die Notwendigkeit, die Kiesel-
ıe zu tränken, erwiesen zu sein, auch die Eignung von
l hierzu. Offenbar wird durch den kolloidalen Fett-
les Ceresitols die Kapillarität der Zellen in den äufseren
ın der Steine aufgehoben und damit die Wasseraufnahme-
it vermindert.
e Kieselgursteine wurden also vor dem Verlegen mehrere
ı in Ceresitol getränkt und wieder getrocknet. Aufser-
rde das Anmachewasser des Grobmörtels für die Zellen-
ıit Ceresitmilch angemacht und die fertige Wand innen
it einem Ceresitputz versehen, um ganz sicher zu gehen,
in Wasser aus dem Innern des Behälters an die Kiesel-
ıe gelangen kann, falls anfangs die Spundbohlwand nicht
cht sein sollte.
e Verteilergrube ist auf ihre ganze Länge mit doppelten
ı versehen, während die beiden Kammern der Tiefgruben
ıe gemeinsame Einsteigöffnung von 1,15 m zu 1,15 m
ıten haben.
e Pumpengrube hat nur eine geklebte Isolierpappedichtung
Grundwasser erhalten.
ıs umfangreiche Rohr- und Leitungsnetz des Schuppens
dem bereits oben erwähnten begehbaren Kanal unter-
gebracht. Von hier führen Stichkanäle bis zu den Schächten, in denen die Schachthydranten der verschiedenen Leitungen stehen. Aufserdem sind vom begehbaren Kanal ausgehend längs der Nordwand und weiter längs der Ost- und Westwand etwa 80 cm unter Fufsboden tiefe, oben offene Kanäle angelegt, so dafs alle Leitungen mit Ausnahme der Entwässerungsleitungen jederzeit zugänglich sind. Das Leitungsnetz ist recht umfangreich; es kommen in Frage: die Starkstromkabel, die Druckluftleitung, die Kesselspeisefrischwasserleitung, die Kesselfüllleitung, die Kesselwasserablafsleitung, die Spritzwasserleitung, die Dampfablafsleitung, die Hochdruckdampfleitung, die Feuerlöschleitung, die Kondenswasserleitung und schliefslich die besondere Trinkwasserleitung, da das Kesselspeisewasser sich nicht zum Genufs eignet. Die Kanäle sind oben mit kräftigen, 8 bis 10 cm starken Bohlentafeln aus mit Teeröl getränktem Kiefernholz abgedeckt.

Die ganze Werkanlage ist mit einer massiven fundamentlosen eisenbewehrten Ziegelsteinmauer, einer sogenannten Graslaubwand, eingefriedigt. Der Zugang führt über die an das Pförtnerhäuschen anschliefsende hölzerne Brücke, die auch einen unmittelbaren Zugang zum Obergeschofs des Verwaltungsgebäudes herstellt. Hier und im Dachgeschofs sind die Diensträume für die Leitung des Werkes und die Aufenthalts-, Schrank- und Waschräume für die Lokomotivbeamten untergebracht. In der östlichen Hälfte des Erdgeschosses befinden sich die Wasch-, Umkleide-, Schrank- und Aufenthaltsräume für die Schuppenfeuerleute, in der westlichen Hälfte die gleichen Räume für die Kohlenlader und in der Mitte eine Lohnzahlstelle für die Arbeiter. Im Kellergeschofs schliefslich sind Bäder eingerichtet, ferner eine Kantine nebst Zubehör.

Dem Verwaltungsgebäude schräg gegenüber steht an einem besonderen Ladegleis das Magazingebäude mit Ölkeller und Ölausgabe.

Im übrigen ist über die Ausführung der Hochbauten nichts besonderes zu sagen. Als weifs verfugte Ziegelrohbauten bieten sie bei aller Schlichtheit ein befriedigendes Aussehen.

Verminderung der Anfressungen an Lokomotivkesseln bei amerikanischen Lokomotiven.

ilway Age, 1926, 1. H., Nr. 18 enthält einen weiteren bewerten Aufsatz*) über die Ursachen und die Vermeidung von ıngen an Lokomotivkesseln auf Grund von Beobachtungen, Bezirk Montana der Grofsen Nordbahn in den Vereinigten in den Jahren 1911 bis 1925 gemacht wurden. Sie fufsen er genauen Statistik der Werkstättenarbeit an 125 Loko-, die sich auf drei Zeiträume erstreckt: der erste mit vier ohne jede Reinigung des Speisewassers, der zweite mit fünf und Wasserreinigung und der dritte — ebenfalls fünf Jahre einer veränderten Art der Wasserreinigung.

ilweiser oder ganzer Rohrwechsel mufste im ersten Abschnitt ırchschnittlich 13 Monaten, im zweiten nach 17 und im nach 28 Monaten vorgenommen werden; als Lebensdauer re ergab sich 2,8 Jahre, 3 Jahre und 10 Jahre und als Laufen der Lokomotiven 96000, 90000 und 160000 km. Das Verler bearbeiteten Rohre in den drei Abschnitten war 1,7 : 1,5 : 1 sjenige der erneuerten Rohre 5,5 : 2,8 : 1. Die Lokomotiv- auf der Strecke, deren Ursache ganz oder teilweise auf die rhältnisse zurückzuführen ist, nahmen von 45 im Jahre führung der Wasserreinigung zunächst auf 104 im ersten ach deren Einrichtung zu, um dann ständig und zusehends men, so dafs in den letzten vier Jahren nur mehr fünf solche ıtraten.

ese Verbesserungen werden der Umstellung im Wasserıgsverfahren zugeschrieben, wobei allerdings die Anlage von ichen Kesselauswascheinrichtungen und die Ausschaltung der n mit den schlechtesten Wasserverhältnissen nebenher ging, l anderseits die Kesseldrücke und -Temperaturen sowie die ınd Gewichte der Lokomotiven und der Züge während des ıtungszeitraumes zunahmen. Waren auch die meisten Kesselschäden mit der Einführung der Reinigung behoben, so zeigten doch die Anfressungen keine bemerkenswerte Abnahme, im Gegenteil, an einigen Stellen nahmen sie sogar zu. Bei jedem Rohrwechsel gab es einen beträchtlichen Abfall, da die Rohre von einem Ende bis zum andern stark zerfressen waren. Bei planmäfsigen Untersuchungen durch die Universität des Staates Montana fand man, dafs vier Elektroden aus der nämlichen Kesselblechplatte in der gleichen Lösung verschieden grofse Ströme erzeugten, dafs also Ungleichheiten im Werkstoff der Platten oder Röhren, wenn diese sich in einer aktiven Lösung befinden, galvanische Ströme hervorrufen können, die dem Material schädlich zu werden vermögen. Weiter zeigte sich, dafs unter sonst gleichen Bedingungen diese Ströme bei Anwesenheit von schwefelsaurem Natrium oder von Kochsalz in stärkerem Mafse auftraten, während bei Ätznatron oder bei Soda eine Zunahme der Stromstärke nur bis zu einem verhältnismäfsig geringen Lösungsgrad stattfand, während bei weiterer Konzentration sich keine Zunahme der Stromstärke mehr ergab. Ja, in manchen der gereinigten Wässer nahmen die erzeugten Ströme stark ab, wenn man den Lösungen Ätznatron oder Soda zusetzte.

Die Nutzanwendung aus diesen Untersuchungen war daher, allen Kesselspeisewassern bei der Reinigung einen höheren Zusatz an Ätznatron zu geben. Dabei lief man allerdings Gefahr, das Schäumen des Wassers hervorzurufen, weshalb ein Übermafs vermieden werden mufste. Man setzt etwa 0,17 kg Ätznatron auf 1 cbm Wasser zu, während vorher nur soviel vorgeschrieben war, dafs man sicher ging, dafs der Enthärtungsvorgang vollendet war. Zur Beschränkung des Schäumens werden bereits früher gebräuchliche Zusatzmittel angewendet. Bttgr.

*) Siehe auch Heft 16, Jahrg. 1925 des Organs.

Zeitaufnahmeverfahren in den Ausbesserungsstellen der Betriebs- und Betriebswagenw der Reichsbahndirektion Altona.

Von Reichsbahnrat Gellhorn, Mitglied der Reichsbahndirektion Altona.

Nachdem die Neuordnung der Eisenbahn-Ausbesserungswerke der Deutschen Reichsbahn (Einteilung in Werkstättenbezirke) ab 1. Februar 1925 und mit ihr die Einführung des Zeitgedinges nach der »Anweisung für die Ausführung von Zeitaufnahmen in Eisenbahn-Ausbesserungswerken« (Eaw) durchgeführt worden ist, wodurch grofse wirtschaftliche Vorteile erzielt wurden, hat es sich als notwendig herausgestellt, dafs auch die Ausbesserungsarbeiten in den Betriebs- und Betriebswagenwerken (Bw und Bww) nach den gleichen Grundsätzen, wie in den Ausbesserungswerken, ausgeführt werden.

Die Einschränkung der in einem Eaw wiederherzustellende Zahl an Gattungen von Fahrzeugen hat mehr und mehr die Durchführung von Reihen- und Fliefsarbeit ermöglicht, wodurch die Ausbesserungszeiten der Fahrzeuge aufserordentlich abgekürzt und die Belieferung der Bw und Bww mit wiederhergestellten Austauschteilen Zug um Zug möglich geworden ist.

Es erscheint zweckmäfsig, in den Bw und Bww aufser den regelmäfsig wiederkehrenden Prüfungen der Lokomotiveinrichtungen nur noch kleine Ausbesserungen an den Lokomotiven und Wagen vorzunehmen. Der Austauschbau soll, soweit wie irgend möglich, durchgeführt werden, so dafs für die Bw und Bww in der Hauptsache nur Ab- und Wiederanbau in Frage kommt, ausnahmsweise mit geringen Nach- und Pafsarbeiten.

Ist nun hiernach der Aufgabenkreis der Bw und Bww gegen die Eaw ein völlig anderer, so darf man auch nicht auf den Gedanken kommen, dafs man die für die Arbeiten in den Eaw gemachten Zeitaufnahmen ohne weiteres auf die Ausbesserungsstellen der Bw und Bww übertragen will. Denn in den Eaw, wo in der Regel nur grofse Ausbesserungen vorliegen, wird die Lokomotive in kaltem Zustande durch besondere Spezialkolonnen abgerüstet, die abgebauten Teile durch besondere Förderkolonnen nach den einzelnen Reinigungs- bzw. Wiederherstellungsabteilungen gebracht. Hier werden die Teile von besonderen Reinigungs- oder Spezialabteilungen gereinigt oder wiederhergestellt, die wiederhergestellten Teile über ein Sammellager durch die Förderkolonnen zum Lokomotivstand gebracht, woselbst die Lokomotive wieder von Spezialabteilungen zusammengebaut wird.

In den Bw dagegen werden alle diese verschiedenartigen Arbeitsvorgänge: abnehmen, reinigen, Werkstoffe und Ersatzstücke holen, wiederherstellen und anbringen in der Regel von ein und demselben Arbeiter ausgeführt; aufserdem sind noch die Hilfseinrichtungen und Werkzeugmaschinen in den Eaw vielseitiger und besser als in den Bw und Bww. Ferner kommt noch dazu, dafs in den Bw vielfach Ausbesserungsarbeiten an unter Dampf stehenden Lokomotiven vorgenommen werden müssen, wo immerhin mit gewisser Vorsicht gearbeitet, und ein anderer Mafsstab an die Ausführung der Arbeiten anzulegen ist.

Während nun in den Eaw die zu gewährenden Stückzeiten ermittelt werden aus:

a) Rüstzeit (unterteilt nach Zurüsten und Abrüsten),
b) Hauptzeit,
c) Verlustzeit (unterteilt nach sächlichen, persönlichen und vermeidbaren Verlustzeiten),
d) Vorschlosserverlust,
e) 20% Zuschlag für den Ausgleich der vollen Kraftanspannung, die bei der Zeitaufnahme verlangt wird,

erscheint es für die Bw und Bww, wo einfachere Verhältnisse vorliegen, notwendig, auch ein einfacheres Verfahren für die Durchführung von Zeitaufnahmen zur Anwendung zu bringen.

Es ist in den Bw und Bww der Reichsbahndirektion ein vereinfachtes Verfahren durchgeführt worden, be jedoch die mit den Arbeitervereinigungen vereinbarte Punkte berücksichtigt worden sind. Das wesentliche M der Vereinfachung des Verfahrens besteht darin, dafs schieden wird zwischen:

a) Hauptzeit = reine Arbeit am Stück, in allen Bw
b) Nebenzeit = alle vorkommenden Rüst- und V zeiten zusammengefafst.

Dadurch wird erreicht, dafs die in einem Bw ode aufgenommene Hauptzeit ohne weiteres von allen übrig und Bww des Bezirks übernommen werden kann, währ den Hauptzeiten der Eaw gemäfs Anweisung die Rüs mitenthalten sind, die aber in jedem Werke verschiede daher nicht auf andere Werke übertragbar sind.

Bei Gruppengedingearbeit wird auch hier wegen ze nicht stattfindender Mitarbeit des Vorhandwerkers no Vorhandwerkerverlust ermittelt.

Die in den Bw und Bww zu gewährenden Stück werden also aus der durch Zeitaufnahme mit der St ermittelten:

a) Hauptzeit,
b) Nebenzeit und dem
c) Vorschlosserverlust und dem 20%igen Zuschl den Ausgleich der vollen Kraftanspannung bei d aufnahme gebildet.

Die Hauptzeit.

Da die Hauptzeit nur die reine handwerksmäfsige am Stück umfafst, die in jedem Bw und Bww unbedingt ist, so erfolgt die Ermittlung der Hauptzeit in eine sonders bestimmten Bw (Mutter-Bw) für alle Fahrzeuggatt Diese Hauptzeiten, die nur die reinen Arbeiten am ohne Rüst- und Verlustzeiten umfassen, werd übrigen Bw und Bww des Bezirks der Reichsbahndi Altona durch Unterweisungskarten bekannt gegeben. S für alle Bw und Bww bindend.

Die Nebenzeit.

Die Nebenzeit ist diejenige Zeit, in welcher der A an der Erledigung seiner Arbeitsaufgabe verhindert d. h. nicht rein am Arbeitsstück arbeitet. Es sind d notwendigen Zeiten, die ein Arbeiter z. B. zum Aus- u packen seines Werkzeuges in seine Werkzeugkiste, zum Z legen der erforderlichen Wege, zur Herrichtung von vorrichtungen, zum Holen und Fortschaffen von Rüst von Betriebs-Werkstoffen und Austauschteilen, sowie z ledigung persönlicher Verrichtungen, wie Löhnungser Kaffeekochen, Austreten usw. gebraucht. Die Nebenzeit b wenn der Arbeiter den Platz am Arbeitsstück verläf endigt, wenn er sich wieder an seinem Arbeitsplatz zur ausführung (in der sogenannten Grundstellung) befinde Nebenzeiten werden in jedem Bw und Bww besonders er Sie haben nur Gültigkeit für das betreffende Bw ode da wegen der verschiedenartigen örtlichen Verhältnis Nebenzeiten in jeder Dienststelle anders sind.

Die Nebenzeit wird nicht für jeden einz Arbeitsvorgang, sondern durch Beobac des einzelnen Arbeiters für einen We (540 Minuten) in v. H. der reinen Arbeitsze Häufigkeitswert mit der Stoppuhr aufgeno

Die Zeitaufnahmegemeinschaft »Z. G.«

Für die Vorbereitung und Durchführung der Zeitauf ist für den ganzen Reichsbahndirektionsbezirk Altona

ufnahmegemeinschaft gebildet worden, die aus ständigen nichtständigen Mitgliedern besteht.

Die ständigen Mitglieder:

1. ein Leiter der Z. G.: ein in der Fertigung und im Gedingewesen erfahrener Beamter (in Altona ein Betriebswerkvorsteher),
2. zwei Zeitaufnehmer für Lokomotiven (in Altona zwei Werkführer),
   ein Zeitaufnehmer für Wagen (in Altona ein Wagenmeister);

die nichtständigen Mitglieder:

1. der Ausführende (Handwerker, wird von der Dienststelle bestimmt),
2. ein fachkundiges Mitglied der Betriebsvertretung (von der Betriebsvertretung bezeichnet).

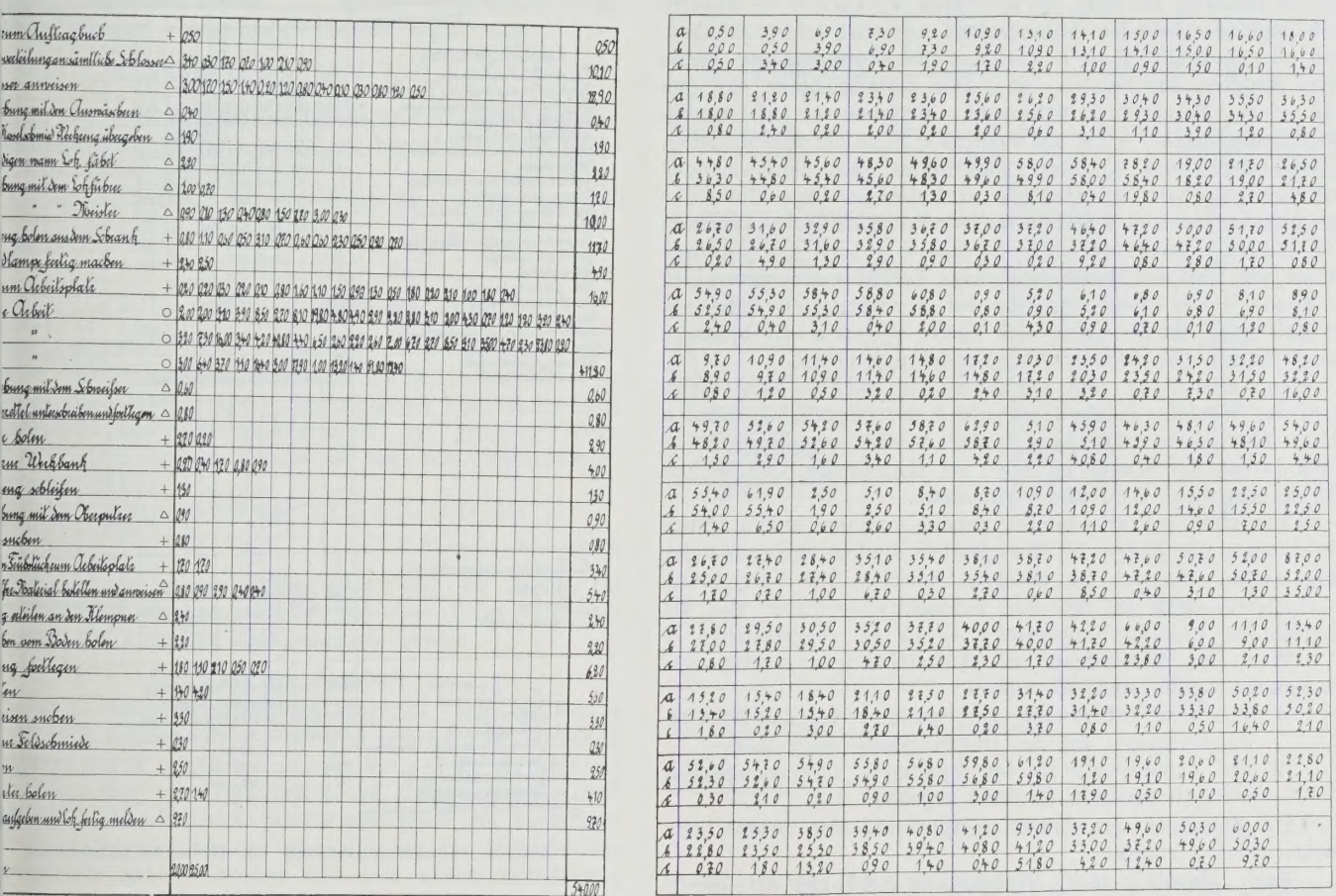
Ferner sind für die Auswertungen der Zeitaufnahmen, Anfertigung von Abschriften und abzugsfähigen Um-

Ermittlung der Nebenzeit im besonderen ausgebildet werden. Es ist jedoch zweckmäfsig, dafs sich auch der Leiter der Z. G. zeitweilig bei den Nebenzeitaufnahmen in den einzelnen Dienststellen beteiligt, damit die Gewähr besteht, dafs überall nach gleichen Richtlinien gearbeitet wird und bei der Gelegenheit Verbesserungsvorschläge organisatorischer Art gemacht werden können.

Die Ermittlung der Nebenzeit für ein Bw oder Bww dauert ca. vier bis sechs Wochen, je nachdem in gröfseren Bw und Bww mehrere Verdienstgemeinschaften vorhanden sind, die immer gleichartige Arbeiten ausführen, wie z. B.:

1. Betriebsausbesserungen an Lokomotiven und Wagen,
2. Kolben- und Schieberuntersuchungen an Lokomotiven,
3. Bremsuntersuchungen an Lokomotiven und Wagen,
4. Dreherarbeiten,
5. Kesselschmiedearbeiten usw.,

wo also für jede Gemeinschaft die Nebenzeit besonders ermittelt werden mufs.



Linke Seite. Rechte Seite.

Abb. 1. Zeitaufnahme im Bw zur Ermittlung der Nebenzeit.

en der Unterweisungskarten für den ganzen Bezirk zwei ibkräfte erforderlich. Für die Herstellung und Verteilung Unterweisungskarten an die einzelnen Dienststellen stehen orhandenen Einrichtungen der Direktion zur Verfügung.

Ermittlung der Nebenzeit.

Während die Z. G. in der Hauptsache mit der Zeitaufnahme ie Hauptzeiten beschäftigt ist, werden für die Durchführung Zeitaufnahmen zur Ermittlung der Nebenzeiten in den Bw Bww von den Maschinenämtern geeignete Beamte oder iter bestimmt, die von dem Leiter der Z. G. in der nführung von Zeitaufnahmen im allgemeinen und in der

Zuerst werden in jedem Bw und Bww zur Ermittlung der Nebenzeit sogenannte Organisationszeitaufnahmen gemacht, wobei nur der Zeitaufnehmer (vom M. A. bestimmt), der zu beobachtende Arbeiter und eventuell der Leiter der Z. G. mitwirkt. Diese Aufnahmen haben den Zweck, den Dienststellenvorsteher auf etwa bestehende Mängel in der Organisation der Dienststelle aufmerksam zu machen, die dann erst, soweit dies mit einfachen Mitteln möglich ist, abgestellt werden. Nach den bisher gemachten Erfahrungen werden für jede Verdienstgemeinschaft ca. zwei bis drei solcher Organisationsbeobachtungen notwendig sein. Als Mängel könnten bei diesen Aufnahmen z. B. folgende festgestellt werden:

1. zu grofse Entfernung der Betriebs-Werkstoff- und Ersatzstücklager vom Arbeitsplatz,
2. zu grofse Entfernung der Werkzeugschränke und Geräteausgabestellen und mechanischen Werkstätten vom Arbeitsplatz,
3. schlechter Zustand der Förderwege und Werkzeugmaschinen,
4. Beschäftigung von Handwerkern mit Arbeiten untergeordneter Art usw.

Nach Abstellung solcher Mängel wird nun unter Hinzuziehung eines Vertreters der Arbeiterschaft die Zeitaufnahme zur Festlegung der Höhe der Nebenzeit vorgenommen.

In Abb. 1 ist ein Beispiel solcher Nebenzeitermittlung wiedergegeben. Die Beobachtung beginnt mit dem Zeichen zum Arbeitsanfang, von welchem Zeitpunkt an die Stoppuhr zu laufen beginnt. Es wird nur mit einer Stoppuhr gearbeitet, die nur während der Arbeitspausen (Frühstücks- und Mittagspause) stillgesetzt wird. Dies hat sich nach unseren Erfahrungen als zweckmäfsig erwiesen, da hierdurch willkürlich verlängerte Arbeitspausen bei der Zeitaufnahme unberücksichtigt bleiben, und die Stoppuhr nach Beendigung der Zeitaufnahme genau neun Stunden durchlaufen hat. Der Zeitaufnehmer hat nun auf seinem Tragbrett mit Stoppuhr versehen einen linierten Bogen aufgespannt, wo er auf der linken Seite die verschiedenen Verrichtungen des Arbeiters der Reihe nach untereinander aufträgt. Auf der rechten Seite wird der jeweilige Stand der Stoppuhr aufgezeichnet, woraus für jede Verrichtung des Arbeiters die Zeitdauer errechnet wird. In Spalte a wird der jeweilige Stand der Uhr bei Beendigung einer Verrichtung eingetragen, in Spalte b der Stand der Uhr bei der vorletzten Ablesung, so dafs man durch Abzug der Spalte b von a die Spalte c als Zeitdauer für jede einzelne Verrichtung erhält.

Zur Ermittlung der Zeitdauer der zweiten Verrichtung wird der Wert der Spalte a in Spalte b der folgenden vertikalen Reihe übertragen. In Spalte a der zweiten vertikalen Reihe wird darauf der Stand der Uhr bei Beendigung der zweiten Verrichtung (a = 3,90 Min.) eingesetzt.

Für gleiche Verrichtungen werden auf der linken Hälfte des Bogens die Zeiten in die gleichen Reihen hintereinander aufgetragen. So ist in unserem Beispiel die Verrichtung »Arbeitsverteilung an sämtliche Schlosser« = 7 mal und die Verrichtung »Schlosser anweisen« = 13 mal vorgekommen.

Wenn die Ablesungen und Aufzeichnungen richtig vorgenommen worden sind, so müssen:

1. sämtliche Zahlenwerte der Spalten c bei den Arbeitsverrichtungen auf der linken Hälfte erscheinen,
2. die Zahlenwerte in den Spalten c zusammengezählt = 540 Minuten (9 Std.) ergeben.

Die Zeitdauer der Pausen werden auf der linken Seite nachrichtlich vermerkt.

Nach Abschlufs jeder Beobachtung wird auf der linken Seite die Quersumme der Zeiten für die einzelnen Verrichtungen gebildet, die in ihrer Zusammenfassung 540 Minuten ergeben müssen.

Zur Erleichterung bei der späteren Übertragung der einzelnen Verrichtungen in den Nebenzeitsammelbogen werden dieselben je nach ihrer Zugehörigkeit zur Arbeitszeit, Nebenzeit oder Vorschlosserverlust besonders gekennzeichnet und zwar:

Arbeitszeit = 0
Nebenzeit = +
Vorschlosserverlust = Δ.

Nebenzeitsammelbogen.

Nachdem eine genügende Zahl von Nebenzeitaufnahmen für eine Verdienstgemeinschaft gemacht worden sind, so dafs man die Gewifsheit hat, alle vorkommenden Nebenzeiten erfafst zu haben, werden die einzelnen Aufnahmen in dem Nebenzeitsammelbogen (siehe Abb. 2) zusammengestellt, um den Durchschnittswert zu ermitteln. In unserem Beispiel sind sieb Beobachtungen gemacht worden. Wie einleitend schon gesa müssen natürlich die für die verschiedenen Verdienstgeme schaften gemachten Beobachtungen getrennt in Nebenz sammelbögen eingetragen werden. Dabei ist zu bemerk dafs nun nicht die sämtlichen Verrichtungen der einzel Beobachtungen, die zu einer Verdienstgemeinschaft gehör untereinander eingetragen, sondern gleichartige Verrichtun unter einer Bezeichnung zusammengefafst werden. In Abb. 2

1. Betriebs-, Werkstoffe und Ersatzstücke holen und w bringen, zusammengefafst in = »Stoffe holen u wegbringen« = 6,30 Minuten.
2. Sämtliche Verrichtungen als Vorschlosser, zusammengef in = »Vorschlossertätigkeit« = 59,00 Minut
3. Werkzeug holen und wegbringen = 17,90 Minuten u

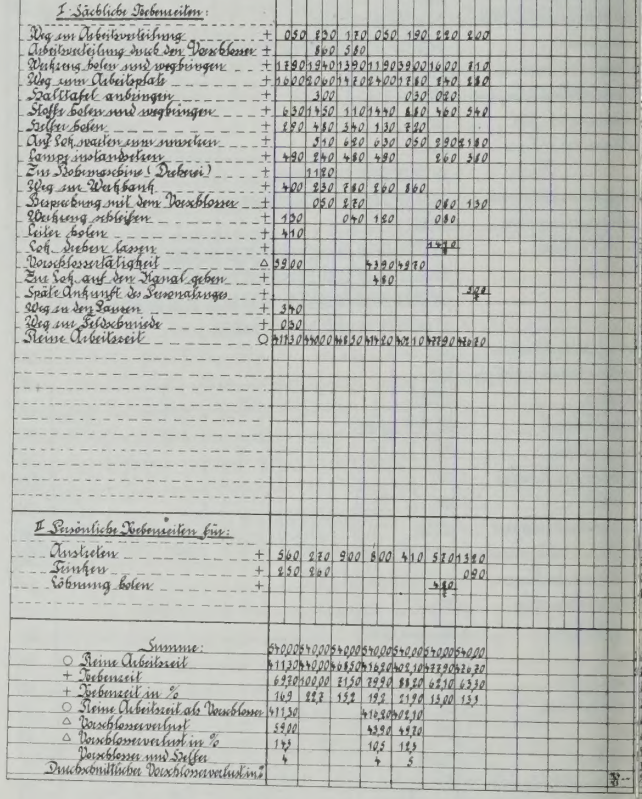


Abb. 2. Zusammenstellung der Nebenzeitaufnahmen.

Darauf wird die Quersumme der einzelnen Verrichtur gebildet und ebenfalls wie bei den Einzelbeobachtungen a

1. Arbeitszeit = 0
2. Nebenzeit = +
3. Vorschlosserverlust = Δ

gekennzeichnet.

Arbeitsverrichtungen, die erfahrungsgemäfs täglich kommen, werden mit ihrem vollen Wert eingesetzt. Dag werden solche, die nur in gewissen Zeitabständen vorkom wie z. B. »Lokomotive drehen lassen« = 14,10 Min (siehe Abb. 2), nur anteilig und zwar nach der Häufig ihres Vorkommens berechnet. In unserem Beispiel mufs in betreffenden Bw alle sieben Tage eine Ausbesserungslokom gedreht werden, weshalb auch nur täglich $\frac{14{,}10}{7}$ Min als Verrichtung in Ansatz gebracht werden. Da in uns

iel sieben Beobachtungen gemacht worden sind, ergibt als Quersumme wieder $\frac{14{,}10 \cdot 7}{7} = 14{,}10$ Minuten.

Die gleiche Berechnung trifft zu für die Verrichtungen:
»Löhnung holen« und
»Späte Ankunft des Personalzuges«.

Die oben gebildeten Quersummen werden nun zusammen-lt und in Abb. 2 unten in Spalte »Summe« 80,00 Minuten, sowie die reine Arbeitszeit in Spalte »Reine tszeit« = 3092,70 Minuten eingetragen. Alsdann wird umme der Nebenzeiten (alle + Werte) = 534,70 Minuten telt. Ich erhalte nun aus dem Verhältnis dieser Zahlen esuchte Nebenzeit als Durchschnittshäufigkeits- mit:

$$\frac{534{,}70 \cdot 100}{3092{,}70} = 17{,}3 \text{ v. H.}$$

Zur Ermittlung des Vorschlosserverlustes wird die reine tszeit als Vorschlosser = 1229,60 Minuten, sowie die chlossertätigkeit« unten in Spalte Vorschlosserverlust 52,60 Minuten eingetragen. Daraus ergibt sich:

$$\frac{152{,}60 \cdot 100}{1229{,}60} = 12{,}4 \text{ v. H.}$$

ei ist aber noch die Zahl der durchschnittlich zur Verdienst-nschaft gehörigen Arbeiter zu berücksichtigen (siehe Vorschlosser und Helfer).

n unserem Beispiel ist die obige Zahl daher noch zu durch; $\frac{(4+4+5)}{3} = 4{,}3$, mithin ergibt sich:

$$\frac{12{,}4}{4{,}3} = 3{,}00 \text{ v. H. Vorschlosserverlust.}$$

Zur Nachprüfung dieser so gefundenen Durchschnittswerte n in dem Nebenzeitsammelbogen die an jedem einzelnen ieben Beobachtungstage aufgekommenen Vomhundertsätze Nebenzeit und Vorschlosserverlust in gleicher Weise elt. Hierbei ergeben sich für die einzelnen Beobachtungs-folgende Werte:

22,7; 15,2; 19,2; 21,9; 13,0 und 13,3 = v. H. Nebenzeit

$\frac{10{,}5}{4}; \frac{12{,}3}{5};$ = v. H. Vorschlosserverlust.

Falls sich bei dieser Probe zeigt, dafs die Werte für ne Beobachtungstage erheblich aus dem Rahmen heraus-, mufs den Ursachen nachgegangen werden.

Ermittlung der Hauptzeit.

Bevor die Hauptzeitaufnahmen beginnen, legt der Leiter . G. im Benehmen mit der Betriebsvertretung die einzelnen tsgänge durch Grobuntersuchung fest, d. h. er prüft, in er Reihenfolge die Teilarbeiten am zweckmäfsigsten aus-ren sind. Ergeben sich hierbei gegenüber der bisherigen tsweise Abweichungen, so mufs der bei der Zeitaufnahme rwendende Arbeiter vorher mit dem neuen Arbeitsgang vertraut gemacht werden. Die erste Hauptzeitaufnahme dann in der Regel unter Aufsicht des Leiters der Z. G. führt. Bei der Hauptzeitaufnahme sind weiter beteiligt:
1. der Zeitaufnehmer,
2. der die Arbeit ausführende Handwerker,
3. das fachkundige Mitglied der Betriebsvertretung.

Die Verantwortung für die Zeitaufnahmen selbst trägt in Fällen der Leiter der Z. G. Die Hauptzeitaufnahme beginnt, der Arbeiter sich am Fahrzeug bzw. Arbeitsplatz zur tsausführung (in der sogenannten Grundstellung be- In diesem Augenblick wird die Stoppuhr vom Zeit-mer ausgelöst.

n Abb. 3 ist ein Beispiel für die Hauptzeitaufnahme und »Erstes Stangenlager einer G 8 [1] und G 8 [2] Loko-ve ab und an, sowie Aufpassen des neu aus-ssenen Lagers« wiedergegeben. Die auszuführenden Teilarbeiten werden untereinander in die dafür vorgesehenen Reihen eingetragen. Auch wird das bei der Arbeit benötigte Werkzeug und die Vorrichtungen im Zeitbogen festgelegt.

Nach Beendigung der ersten Teilarbeit »Lokomotive verfahren« wird der Stand der Uhr im Zeitbogen eingetragen, im Beispiel = 1,60 Minuten. Der Stand der Uhr nach der zweiten Teilarbeit »ersten Gelenkbolzen herausbringen« war = 4,90 Minuten, nach der dritten Teilarbeit »Stellkeil-schraube nebst Keil vom ersten Stangenlager herausbringen = 9,10 Minuten usw. In gleicher Weise wird fortgefahren bis zur Beendigung der Arbeit. Der Unterschied der so eingetragenen Uhrzeiten ergibt die Zeitdauer für die einzelnen Teilarbeiten. Im Beispiel beträgt die erste Teilarbeit: = »Lokomotive verfahren« 1,60 — 0,00 = 1,60 Minuten; die zweite Teilarbeit: = »ersten Gelenkbolzen herausbringen« 4,90 — 1,60 = 3,30 Minuten; die dritte Teilarbeit: Stellkeil-schraube nebst Keil vom ersten Stangenlager herausbringen 9,10 — 4,90 = 4,20 Minuten.

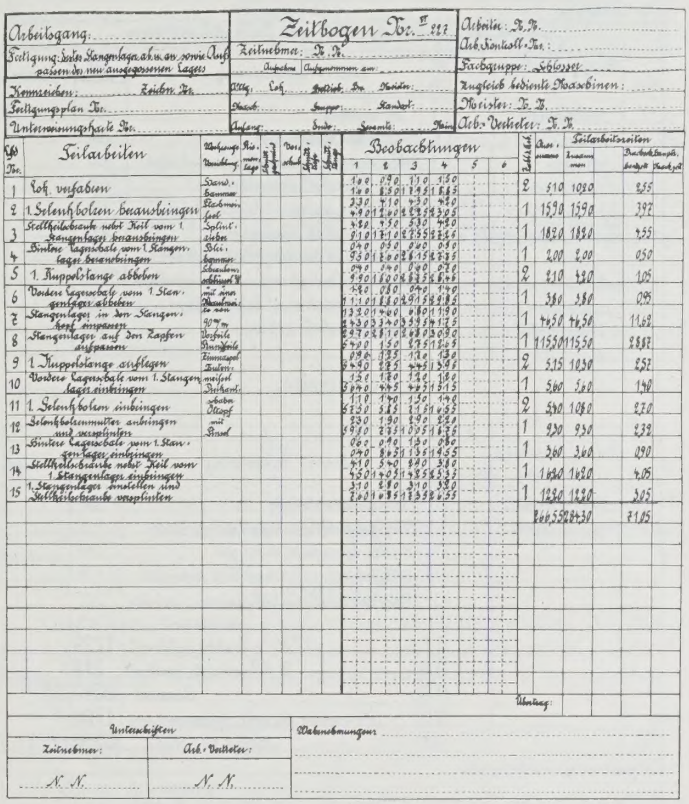


Abb. 3. Zeitaufnahmen zur Ermittlung der Hauptzeit.

Die Zeitdauer der einzelnen Teilarbeiten wird im Zeitbogen in »rot« über die Zahl, welche den Uhrstand bei Beendigung einer Teilarbeit angibt, eingetragen.

Bei Unterbrechung der reinen Arbeit am Stück durch Auftreten einer Nebenzeit wird die Uhr gestoppt. Sie beginnt wieder zu laufen, wenn der Arbeiter sich wieder in der Grundstellung befindet.

In gleicher Weise werden die Zeitaufnahmen der zweiten, dritten und folgenden Beobachtungen gemacht.

Die Anzahl der für eine Arbeitsausführung vorzunehmenden Beobachtungen wird von der Z. G. bestimmt; ferner ist die Z. G. für die Beurteilung der Güte der Arbeit zuständig. Nach Möglichkeit werden Hauptzeitaufnahmen zu verschiedenen Tageszeiten vorgenommen. Müssen Teilarbeiten von mehreren Arbeitern ausgeführt werden, so ist die Zahl der an der Arbeitsführung beteiligten Arbeiter in die Spalte »Zahl der Arbeiter« einzutragen.

In unserem Beispiel sind in Abb. 3 zur Ermittlung der Hauptzeit vier Beobachtungen gemacht worden.

Zur rechnerischen Ermittlung der durchschnittlichen Hauptzeit wird die Quersumme der Zeitdauer der einzelnen Teilarbeiten gebildet. Diese Quersumme wird mit der Zahl der beteiligten Arbeiter multipliziert, in Spalte »zusammen« eingetragen und alsdann durch die Zahl der Beobachtungen geteilt. So erhalte ich die durchschnittliche Zeit einer jeden Teilarbeit, die in Spalte »Hand- oder Maschinenzeit« eingetragen wird. Durch Zusammenzählen der durchschnittlichen Teilarbeitszeiten, erhalte ich die Hauptzeit für die ganze Arbeitsausführung (Fertigung). Sie beträgt in unserem Beispiel = 71,05 Minuten; dieses ist nun die zu gewährende Hauptzeit für die Arbeitsausführung: »Erstes Stangenlager einer G 8 [1] und G 8 [2] Lokomotive ab und an, sowie aufpassen des neu ausgegossenen Lagers.«

Unterweisungskarte Nr. 382 — Bezeichnung der Arbeit: Erstes Stangenlager ab und an sowie Aufpassen des neu ausgegossenen Lagers

Dienstabteilung: — Arbeitsgang:

Dann nicht nach der Unterweisung gearbeitet werden, Meister sofort verständigen.

1 Stück	2 Werkzeug u. Vorrichtungen Bezeichnung	3 Größe	4 Lfd. Nr.	5 Einzel-Unterweisung	6 Hauptzeit für 1 Stück in Minuten	7 Bemerkungen
1	Handhammer		1	Loh verfahren	2,55	
1	Flachmeißel		2	1 Gelenkbolzen herausbringen	2,97	
1	Splintzieher		3	Stellkeilschraube u. Schraubenstellkeil herausbringen	4,55	
1	Kleinhammer		4	Hintere Lagerschale herausnehmen	0,50	
1	Schraubenschlüssel	8/10"	5	Kuppelstange zwischen 1. u. 2. Radsatz abbolzen	1,05	
1	Schraubenschlüssel mit einer Backenweite von	90 mm	6	Vordere Lagerschale herausnehmen	0,95	
1	Verfeile		7	Stangenlager in den Stangenkopf einpassen	11,62	
1	Rundfeile		8	Stangenlager auf den Zapfen aufpassen u. Ölnute einschlagen	28,87	
1	Zinnaspel		9	Kuppelstange zwischen 1. u. 2. Radsatz aufhängen	2,52	
1	Dutenmeißel		10	Vordere Lagerschale einbringen	1,40	

Vorderseite.

1 Stück	2 Werkzeug u. Vorrichtungen Bezeichnung	3 Größe	4 Lfd. Nr.	5 Einzel-Unterweisung	6 Hauptzeit für 1 Stück in Minuten	7 Bemerkungen
1	Dreikantschaber		11	1 Gelenkbolzen einbringen	2,70	
1	Ölkopf mit Pinsel		12	Gelenkbolzenmutter anbringen und versplinten	2,32	
			13	Hintere Lagerschale einbringen	0,90	
			14	Stellkeilschraube u. Schraubenstellkeil einbringen	4,05	
			15	Stangenlager einstellen u. Stellkeilschraube verplinten	3,05	
			16	eine Arbeitszeit	71,05	
			17	17,3 % Zuschlag für Nebenzeit	12,29	
			18	3 % Zuschlag für Vorschlosserverlust	2,13	
			19	Summenzeit	85,47	Stückzeit für 1 Stück in Stunden
			20	20% Zuschlag für volle Kraftanspannung	17,09	
			21	Stückzeit für 1 Stück	102,56	1,71

Normalbestand des Arbeitsplatzes:

Ausgefertigt und geprüft am: 3. XI. 26. Name: N. N. — Ersatz für: — Buch:

Rückseite.

Abb. 4. Unterweisungskarte.

Diese im Mutter-Bw ermittelte Hauptzeit wird durch Unterweisungskarte allen Bw bzw. Bww des Bezirks Altona mitgeteilt und dient als Grundlage für die Berechnung der Stückzeit

Die Unterweisungskarte.

Die im Bezirk Altona verwendete Unterweisungskarte ist gegenüber der in den Eaw verwendeten vereinfacht und den Verhältnissen in dem Bw und Bww angepafst. Es ist Wert darauf gelegt worden, dafs die Bezeichnung der Arbeit besonders hervortritt und durch Fortlassen nicht benötigter Spalten möglichst viel Raum für die Spalte »Einzel-Unterweisungen« gewonnen wird.

Auf der Rückseite ist in den letzten Reihen der Spalte 5 der Wortlaut für die noch von der Dienststelle hinzuzurechnenden Zuschläge (Nebenzeit, Vorschlosserverlust und 20 % für volle Kraftanspannung) vorgedruckt. Dadurch wird erreicht, daf Dienststellen nur die bei ihnen ermittelten Vomhundert einzutragen haben, um daraus ihre zu gewährenden Stückz zu errechnen. In Abb. 4 ist eine solche Unterweisungsk (Vorder- und Rückseite) wiedergegeben. Sie enthält:

1. Die Gruppennummer und lfd. Nr. des Stückzeithe
2. Bezeichnung der Arbeit,
3. die bei der Hauptzeitaufnahme verwendeten Werkz und Vorrichtungen,
4. die einzelnen Teilarbeiten (in Beispiel 15) mit dazu gehörigen Zeiten,
5. die reine Arbeitszeit.

Die von der Dienststelle noch zu machenden Eintragu sind in der Unterweisungskarte durch besonders fetten D kenntlich gemacht. Die Unterweisungskarten werden den und Bww in vierfacher Ausfertigung und zwar zwei auf P und zwei auf Karton übersandt. Die beiden dünnen Pa abdrucke sind für die Sammlung der Dienststelle und für Betsiebsvertretung, die beiden Kartondrucke für den Be bestimmt.

Falls bei Zeitaufnahmen sich eine gröfsere Zahl von arbeiten ergeben, werden Unterweisungskarten mit dritter vierter Seite verwandt, jedoch vom gleichen Format.

Bei einzelnen Unterweisungkarten hat es sich als zw mäfsig herausgestellt, Erläuterungen beizufügen, die Vorko nisse bei der Zeitaufnahme besonders hervorheben, z. B Schrauben, Niete oder Keile abgebrannt oder abgeschlagen ob Arbeiten gemacht sind, die zwar nicht im Text der U weisungskarte enthalten sind, aber normaler Weise ausge werden müssen.

Bei der Durchführung dieses vereinfachten Zeitaufna verfahrens haben sich nennenswerte Schwierigkeiten wede der Arbeiterschaft noch bei den Aufsichtsbeamten ergebe jede Partei das Gefühl hatte, dafs die Aufnahmen dur einwandfrei und ehrlich durchgeführt worden sind.

Zum Schlufs seien die Merkmale des Altonaer Verfa kurz zusammengefafst:

1. Nur ein Z. G. für den gesamten Bezirk erforde
2. Aufnahme der Hauptzeiten nur in einem Mut Bw. für die betreffenden Fahrzeuggattungen.
3. Unmittelbare Anwendung der Hauptzeiten in Bw und Bww des Direktionsbezirks bzw. Werkst bezirks möglich.
4. Zusammenfassung der Rüst- und Verlustzeiten Nebenzeit und zwar als Häufigkeitswert in der Hauptzeit, dadurch Ausschaltung aller Mein verschiedenheiten zwischen Meister und Arbeit Anwendung der Stückzeiten.

Da sich das Verfahren im Reichsbahndirektionsbezirk A bisher gut bewährt hat, ist von der Hauptverwaltun Genehmigung erteilt worden, das oben geschilderte Ver auf den ganzen Werkstättenbezirk, d. h. also auch au Direktionen Hannover, Münster, Oldenburg und Schweri zudehnen. Sämtliche Bw und Bww dieser Direktionen k die von uns ermittelten Hauptzeiten anwenden, es ist nur in jedem Bw und Bww die Nebenzeit und der Vorschl verlust zu ermitteln. Auf diese Weise wird viel Persona Doppelarbeit erspart. In sämtlichen Bw und Bww des stättenbezirks bestehen die gleichen Verhältnisse betr Austauschbau und Ersatzstückbelieferung, da sie alle vo zum Werkstättenbezirk Altona gehörenden Eaw abhängig die von einer Stelle ihre Weisungen erhalten.

Die bisher im Reichsbahndirektionsbezirk Altona erre Mehrleistung von etwa 30 % wird bei Ausdehnung des fahrens auf den ganzen Werkstättenbezirk in verhäl mäfsig kurzer Zeit auch dort erzielt werden könne einen nicht zu unterschätzenden wirtschaftlichen Vorteil bec

Versuche mit dem Anfeuern von Lokomotiven.

Von Reichsbahnoberrat **Bethke**, Vorstand des Eisenbahn-Maschinenamts Frankfurt am Main.

1. Allgemeines.

ngeregt durch die Versuche, die Herr Reichsbahnoberrat g. Velte, Elberfeld, im Betriebswerk Altenhunden mit nfeuern von Lokomotiven durch Luftgas angestellt hat*), n im Bezirk des Maschinenamts Frankfurt a. Main seit ahren Versuche mit dem Anfeuern von Lokomotiven unter ndung der verschiedenartigsten Anfeuermittel durchgeführt. ersuche sollen Aufschlufs geben über die Möglichkeit:

. der Verminderung der Anheizdauer,
. der Verminderung der Anheizkosten (Personal- und he Kosten),
. der sofortigen Betriebsbereitschaft des Anfeuermittels,
. der Beschleunigung des Anheizens in dringenden Bellen,
. des Wegfalls des Transportes von Reisigbündeln und amit verbundenen Verunreinigung des Werkstättenhofes es Lokomotivschuppens und
. des Wegfalls des Lagerschuppens für Reisigbündel auch unter 2.).

isher wurden die Lokomotiven im Bezirk des Maschinen-Frankfurt, wie fast allgemein üblich, mit Reisigbündeln ltholz angefeuert. Dieses Verfahren besitzt eine Reihe chteilen, von denen die hauptsächlichsten folgende sind:

. Lange Dauer des Anheizens (rund fünf Stunden) wenn nicht efsluft- oder Dampfhilfsbläser zur Verfügung steht. Der obachtete Gebrauch eines Prefsluftbläsers stellt sich euer.
. Grofser Personalbedarf, ein Mann kann nur zwei Loiven gleichzeitig bedienen. Aufserdem erfordert das ischaffen der Reisigbündel vom Reiserwellenschuppen nach n den verschiedensten Stellen des Lokomotivschuppens Werkstättenhofes stehenden Lokomotiven verhältnismäfsig eit und Personal.
. Aufwendung von Lohnkosten für das Zerkleinern des elholzes (auch Wurzelstubben), das oft an Stelle der Reiser- angeliefert wird. Besserung nur möglich durch Abnahme ersandort.
. Erhöhte Reinigungskosten für Hof und Schuppen infolge den Verstreuens von Reisig.
. Erheblicher Raumbedarf und dauernde Unterhaltungsfür den Reiserwellenschuppen.
. Geringe Möglichkeit, die Anheizdauer in dringenden bsfällen zu beschleunigen.
. Verhältnismäfsig starke Inanspruchnahme des Wagenzur Heranführung der Reiserwellen.

Um ein möglichst einwandfreies Bild zu erhalten, wurden rsuche von vornherein auf eine breite Grundlage gestellt. rde deshalb neben der Verwendung von Reiserwellen nfeuern durch Anheizöfen, Anfeuersteine, Flammenwerfer, tgas, Gummischläuche und Dampf eingehend untersucht. g gleich von vornherein betont werden, dafs sicher noch alle Möglichkeiten erschöpft und besonders der Flammen- und der Gasbrenner noch nicht am Ende ihrer Entngsmöglichkeit angelangt sind. Immerhin sind die bisher geführten Versuche zu einem gewissen Abschlufs gelangt, ie Veröffentlichung rechtfertigt.

Es wurden insgesamt rund 200 Versuche durchgeführt, enen je 15 mit den Reiserwellen, dem Anheizofen, und Flammenwerfer auf gleiche Grundlage abgestellt waren. n 45 Versuchen wurde nachstehende Anweisung zugrunde :

1. Es sind 15 Versuche durchzuführen, davon fünf ohne jeden Bläser, fünf mit eigenem Bläser sofort nach Eintritt von 2 atü und fünf mit Hilfsbläser vom Beginn des Anheizens an bis 2 atü und Weiterbenutzung des eigenen Bläsers bis zur Beendigung des Versuchs.

2. Genaue Ablesungen der jeweiligen Dampfspannungen von 10 zu 10 Min. sind wichtig.

3. Der besseren Übersicht wegen ist nur eine Lokomotivtype zu den Versuchen zu nehmen (wenn möglich P 8).

4. Um vergleichsfähige Werte zu erzielen, müssen die 15 Versuchslokomotiven:

a) ungefähr gleiche Kesselwasser-Temperatur haben,
b) einen genau gleichen Wasserstand von 25 mm über dem niedersten Stand haben.

Um ferner die Einheitlichkeit der Durchführung der Versuche zu wahren, wurde das nachstehende Formblatt aufgestellt, das entsprechend dem verwendeten Anheizmittel zu ergänzen oder zu ändern war:

Betriebswerk ....., den ..... 1926 P 8 Lokomotive Nr. .....

..... Bündel Reiserwellen (oder Knüppel- oder Altholz) = ... kg

350 kg $\frac{\text{Kohle}}{\text{Briketts}}$ für das Anheizen,

.....° C Temperatur des Kesselwassers 25 cm Wasserstand über niederstem Stand	vor Beginn des Anheizens.
a) ohne Bläser b) Eigener Bläser benutzt von ... bis ... Uhr c) $\frac{\text{Luft-}}{\text{Dampf-}}$ Hilfsbläser „ „ ... „ ... „	Nichtzutreffendes durchstreichen, Luft- oder Dampfdruck zu c) angeben.

Beginn der Dampfentwicklung:

..... Uhr*) ..... Uhr ..... atü
..... „ ..... atü ..... „ ..... „
... . „ ..... „ ..... „ ..... „ usw.

Diese Versuche und die damit erzielten Ergebnisse sollen im folgenden beschrieben und zum Schlufs kritisch gewertet werden.

2. Reiserwellen.

Das Anzünden von Lokomotiven mit Reiserwellen, Knüppel- oder Altholz ist das älteste Verfahren und wohl allgemein bekannt. Ebenso bekannt sind die ihm anhaftenden, unter 1. angegebenen

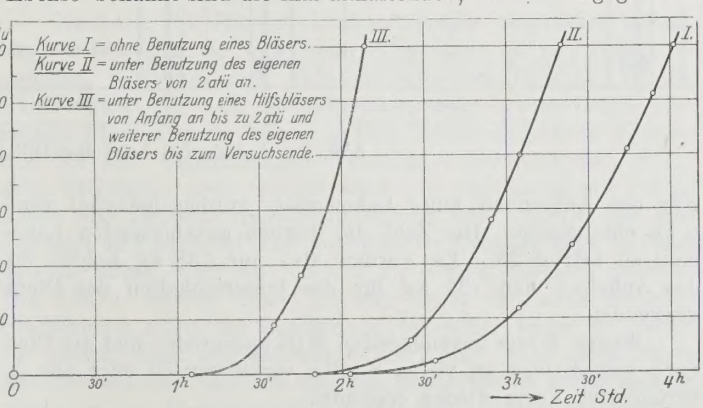


Abb. 1. Versuche mit Reiserwellen.

Nachteile, auf deren finanzielle Auswirkung ich im Abschnitt 8 »Gegenüberstellung« noch zurückkommen werde. Die durch die Vergleichsversuche mit Reiserwellen gewonnenen Resultate sind in Abb. 1 zusammengestellt. Die Kurven stellen Mittelwerte aus 15 Versuchen dar. Der Wasserstand betrug durch-

*) Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1924, , Seite 680.

*) Genaue Ablesungen des Manometers von 10 zu 10 Min.; der Versuch ist beendet, wenn 6 atü erreicht sind.

weg 25 mm über N.W. Es wurden für jede Anheizung vier Bündel Reiserwellen und 350 kg Steinkohlenbriketts verwendet.

3. Anheizöfen.

Die Anheizöfen*) wurden vor dem Kriege bei der Preufsisch-hessischen Staatsbahn vielfach verwendet. Sie wurden ständig unter Feuer gehalten und waren in der Regel gleichzeitig mit Kochapparaten versehen, in denen das erforderliche Kaffee- und Waschwasser erwärmt wurde; manchmal waren auch noch ein Anwärmkasten zum Warmhalten des Mittagessens der Belegschaft und ein Sandtrockenofen damit verbunden.

Die Öfen waren bei den Betriebsarbeitern wegen ihrer strahlenden Wärme — besonders im Winter — sehr beliebt; der Kohlenverbrauch war jedoch aufserordentlich hoch, er betrug nach von mir früher einmal angestellten Versuchen je nach der Gröfse und der Aufmerksamkeit der Bedienung in 24 Stunden 400 bis 600 kg.

In einem besonderen Falle betrug der durchschnittliche tägliche Verbrauch bei einem mittleren Betriebswerk 575 kg bei sorgfältiger Beaufsichtigung durch das Bedienungspersonal.

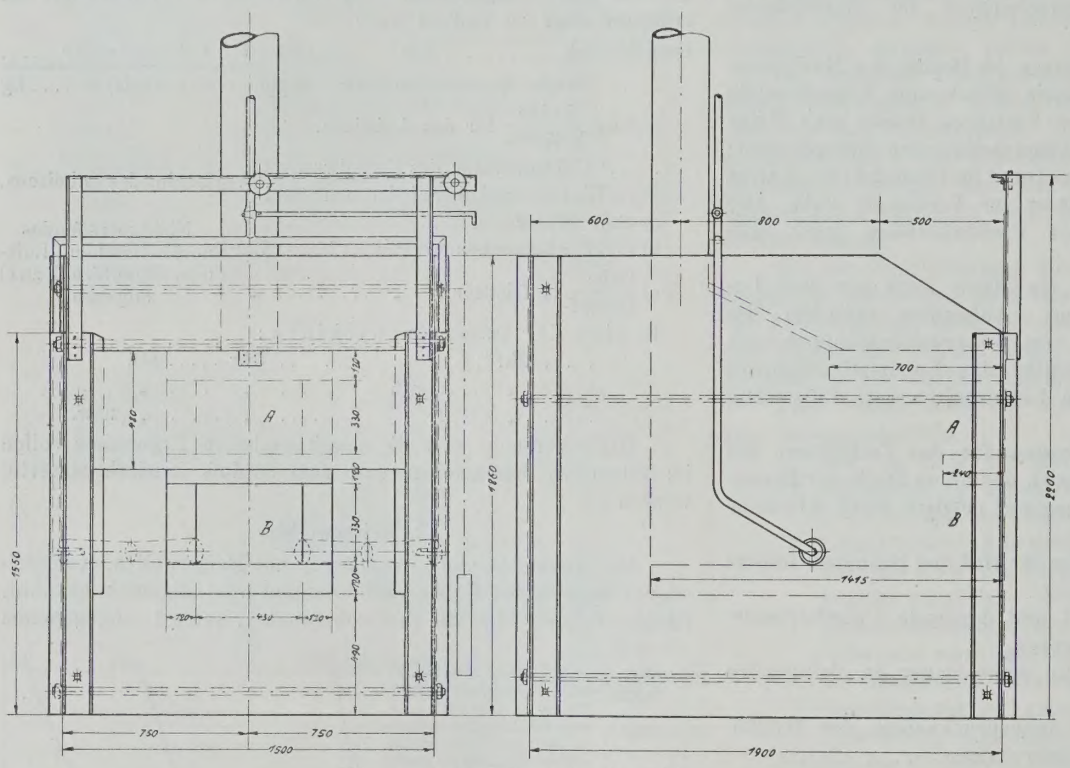


Abb. 2. Anheizofen beim Bw Dillenburg.

Für das Anbrennen einer Lokomotive wurden jedesmal rund 6 kg entnommen. Die Zahl der täglich anzuheizenden Lokomotiven betrug 23. Es wurden also nur 138 kg Kohlen für das Anheizen und 437 kg für das Inbetriebhalten des Ofens verwendet.

Wegen dieses ungenügenden Wirkungsgrades sind die Öfen nach dem Kriege an vielen Stellen verschwunden oder nur in veränderter Form wieder erstanden.

Ein solcher geänderter Ofen befindet sich in dem zum Maschinenamt Gieſsen gehörenden Betriebswerk Dillenburg. Der in Abb. 2 dargestellte Ofen ist aus Ziegelsteinen aufgemauert, die Feuerung ist mit feuerfesten Steinen ausgekleidet. An beiden Seiten des Feuerraumes sind zwei Kanäle ausgespart, in welche Preſsluftleitungen münden. Die Öffnung A dient zum Einwerfen, die Öffnung B zur Entnahme des Brennstoffes; B ist durch eine in der Mitte geteilte eiserne Schiebetür schlossen. Rost und Aschenfall sind nicht vorhanden. Wärmeeinrichtung ist mit dem Ofen nicht verbunden. Ofen wird nur angefeuert, wenn eine Lokomotive ang werden soll. Da im Betriebswerk Dillenburg im werktägl Durchschnitt vier Lokomotiven (Sonntags 15 Lokomo angeheizt werden, wird der Ofen ebenso viele Male be Das Verfahren ist dabei folgendes:

Es werden 30 kg gute Stückkohle durch die Öffnu in den Ofen geworfen und mit Hilfe von alter Putzwoll Entzündung gebracht. Hat das Feuer gefafst, dann wir Preſsluft solange eingeschaltet, bis alle Kohlen in helle geraten sind. Dazu sind im Durchschnitt 30 Min. erforde Hierauf wird die glühende Kohle auf die Mitte des Roste anzuheizenden Lokomotive verbracht und mit frischer umgeben; sind diese ebenfalls in Glut geraten, dann wir Feuer über den ganzen Rost gezogen.

Das Zeitergebnis der angestellten Versuche geht au Abb. 3 hervor. Die Kurven stellen Mittelwerte aus 15 suchen dar. Dabei ist beim Vergleich mit den anderen feuerarten zu berücksich dafs die Kesselwassertempe im Durchschnitt 80° C un Wasserstand 22 mm über betrug.

Zum Anheizen w aufser den oben gena 30 kg noch 200 kg Stück auf den Rost geworfen. Menge erscheint für die A eines ausreichenden G feuers bei nachfolge schweren Schnellzug- Güterzugdienst sehr k Dazu sind nach meine fahrung rund 300 bis 4 erforderlich. Deshalb w bei allen in Frankfurt am gemachten Versuchen 3 Briketts für das Grun verwendet.

Der Luftverbrauch festgestellt zu 0,3 m³/Mi 6 atü. Das ergibt für 2(für jede Anheizung einen verbrauch von 6,0 m³.

4. Flammenwerfer.

Die Versuche mit Flammenwerfer der »Pyra«, Chemische Werke G. m. b. H. in Hanau, sind h gegangen aus den Versuchen mit Anfeuersteinen oder K anzündern.

Die Anfeuersteine bestehen in der Hauptsache aus mehl oder Hobelspänen, die mit Teerrückständen und Nap getränkt sind; sie sind leicht zu entzünden und verbr mit stark rufsender Flamme. Trotz erheblicher Vorteile über den Reiserwellen, auf die ich weiter unten noch ein werde, waren die Versuche mit den Anfeuersteinen zufriedenstellend, weil durch die starke Fadenrufsbildun übermäfsige Belästigung der Bedienungsmannschaft eintr hier und da starke Verrufsung der Überhitzerrohre sich be bar machte.

Diese Nachteile brachten den Geh. Oberbaurat Sti Frankfurt am Main, auf den Gedanken, einen Appa konstruieren, in dem der Kohlenanzünder unter Zuführu Preſsluft verbrannt wurde. Der erste bescheidene Erfolg ern

*) Vergl. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1913, Heft 14.

teren Versuchen, und so entstand der in den Abb. 4 dargestellte Flammenwerfer. Abb. 4 zeigt den Apparat Gesamtansicht, Abb. 5 im Schnitt mit Patronen, die »Strich-Punkt-Strich-Linien« angedeutet sind.

er Apparat setzt sich zusammen aus einem Verbrennungs-, einem Mündungsstück b, einer äufseren Ummantelung

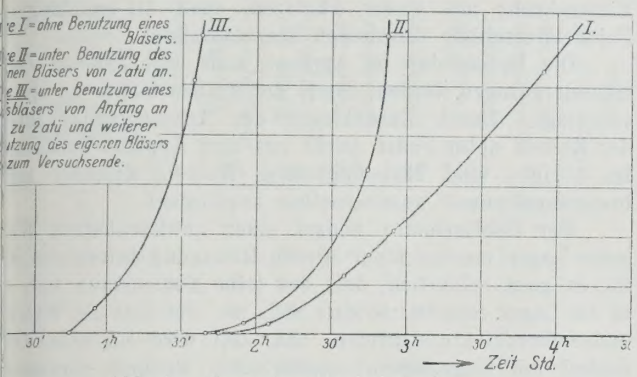


Abb. 3. Versuche mit Anheizofen.

essel) d, einem Teleskoprohr c und einem Ventilator f, sen Stelle auch die später erwähnte Spardüse treten kann. er Verbrennungsraum a besteht aus einem Zylinder 1, ner Erweiterung am vorderen Ende, die nach beiden als abgestumpfter Kegel 2 und 3 ausgebildet ist. In Zylinder bewegt sich mittels Druckfeder 10 ein Kolben 4.

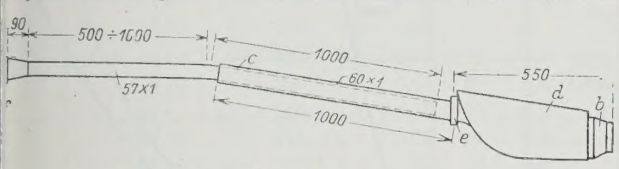
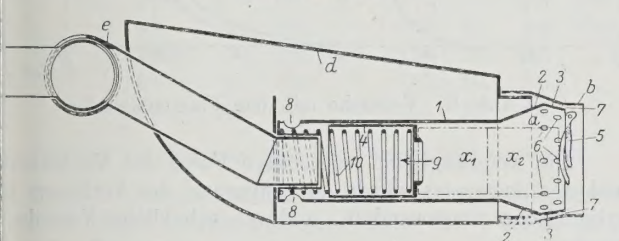


Abb. 4. Flammenwerfer.



5. Längsschnitt durch den Flammenwerfer mit Patronen.

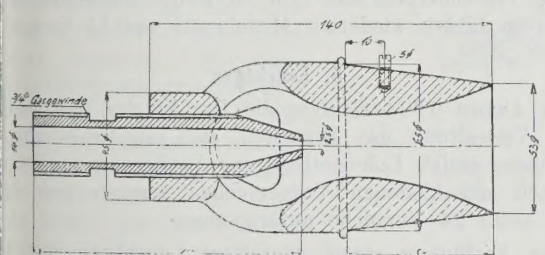


Abb. 6. Spardüse.

Anschlagzunge 5 am vorderen Ende des Verbrennungs- kann sich in einem Gelenk nur nach rückwärts bewegen t auf der Rückseite etwas abgerundet, so dafs durch das drücken einer oder zweier zylindrischer Patronen, x 1 und ch der Anschlag nach oben und der Kolben im Zylinder rückwärts bewegen kann. Die Druckfeder 10 schiebt 1 4 und Patronen bis zum Anschlag 5 wieder vor.

Das Mündungsstück b bildet mit dem vorderen abgestumpften des Verbrennungsraumes einen kreisförmigen Luftspalt 7, ur Rauchverbrennung dient. Am hinteren Ende des ers sind Bohrungen 8 vorgesehen, die die Öffnung 9 am Kolben 4 abschliefsen, und aus denen die zugeführte Luft, deren freier Austritt durch die eingeschobenen Patronen verhindert wird, in den Windkessel d entweichen mufs. Die Luft sammelt sich in diesem Windkessel d an und strömt durch die Bohrungen 6 schräg nach rückwärts in den Verbrennungsraum auf die angezündete Patrone, so dafs eine intensive Verbrennung stattfindet. Die austretenden Flammen werden gleichzeitig mit Luft durch den kreisförmigen Spalt 7 ummantelt, wodurch eine vollkommene Rauch- und Rufsverbrennung erzielt wird. Die Luftzuführung erfolgt durch ein Teleskoprohr c, das am Ende mit einem Gelenk e verbunden ist. Für die Lufterzeugung ist ein kleines Elektrogebläse (Type: Staubsauger) vorgesehen, das ca. 4,4 m^3/Min. freie Luft fördert bei einem Stromverbrauch von 150 Wh. An dessen Stelle wurden auch Versuche mit der in Abb. 6 angegebenen Spardüse gemacht, die an das ortsfeste Prefsluftnetz angeschlossen wurde. Der Luftverbrauch dieser Spardüse beträgt bei einer Bohrung von 2,5 mm 0,35 m^3/Min. von 6 atü, ihre Verwendung kommt in Frage bei Versagen der elektrischen Anlage oder an Stellen, wo elektrischer Strom nicht zur Verfügung steht.

Der Apparat wirft eine 60 bis 70 cm lange Stichflamme von 1000 bis 1100° C. (Siehe Abb. 7.)

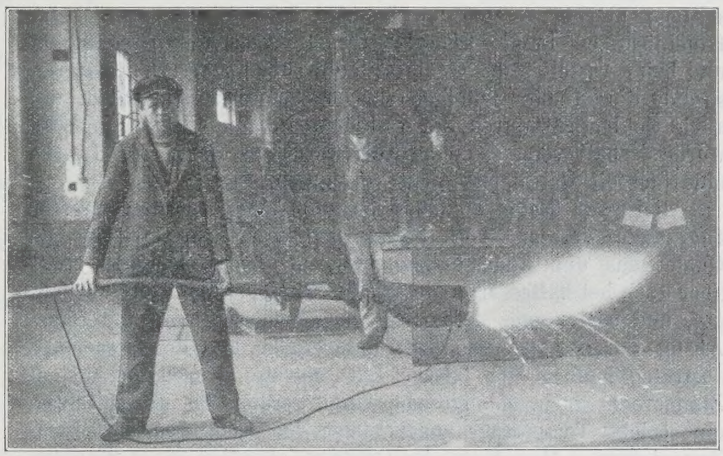


Abb. 7. Stichflamme des Flammenwerfers.

Die Handhabung ist folgende:

Nachdem die Patrone in den Apparat eingeführt worden ist, zündet man sie mit einem Streichholz an und führt den Apparat, vorläufig noch ohne aufgestecktes Gebläse, in die Feuerbüchse ein. Zu bemerken ist, dafs in der Regel eine einzige Patrone auch für die gröfste Lokomotivgattung genügt; nur bei sehr beschleunigter Anheizung verwendet man besser zwei Patronen. Der Apparat wird nun vollständig mit Stückkohle oder Briketts eingedeckt, sodann wird das Gebläse aufgesteckt und zunächst bei geschlossener Drosselklappe in Gang gesetzt; diese wird erst nach 2 bis 3 Min. langsam geöffnet. Die Kohlen werden durch die sehr heifse und weifs glühende Stichflamme sofort zur Entzündung gebracht. Dabei ist darauf zu achten, dafs der Apparat 1 bis 2 Min. nach dem Öffnen der Drosselklappe langsam aus dem Kohlenhaufen herausgezogen wird, um ein Verschmoren des Mündungsstückes zu verhüten. Durch dieses langsame Herausziehen bleibt ein Kanal bestehen. Nachdem die Patronen restlos verbrannt sind, was bei einer Patrone nach 5 Min. und bei zwei Patronen nach 10 Min. der Fall ist, kann die Luft ungehindert durch die Öffnung 9 des Kolbens 4 in diesen Kanal eintreten. Der Apparat wirkt nun als Unterwindgebläse, und die zugeführte Luft findet im Kohlenkanal eine grofse Angriffsfläche, wodurch das Feuer rasch und gleichmäfsig den ganzen Kohlenhaufen ergreift.

Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, kann der

Apparat aus der Feuerbüchse bereits nach 7 bis 10 Min. herausgenommen werden. Das Grundfeuer soll aber nicht eher über die Rostfläche verteilt werden, bis es in allen Teilen gut durchgebrannt ist. Ein sogenanntes »grünes«, nicht durchgebranntes Feuer über die Rostfläche zu verteilen, ist zwecklos. Falls es sich um eine beschleunigte Anheizung handelt, mufs das Gebläse 20 bis 30 Min., auch länger, je nach Art der örtlichen Verhältnisse (Rauchabführung usw.) und nach Beschaffenheit der zur Verfügung stehenden Kohlen einwirken. Eine Wartung für diese 20 bis 30 Min. ist nicht mehr erforderlich. Der Anheizer mufs nur darauf achten, dafs keinesfalls der Apparat zu nahe an dem glühenden Kohlenhaufen liegt. Nach einiger Übung finden die Leute sehr bald die richtige Lage des Apparates heraus. Um Unachtsamkeit des Personals zu begegnen, wird die Mündung b des Flammenwerfers neuerdings aus hochlegiertem, hitzebeständigem Kruppschen Eisen ausgeführt. — Das durchgebrannte Feuer wird in der üblichen Weise je nach der zur Verfügung stehenden Zeit von dem Anheizer bearbeitet.

Bei den ersten Versuchen wurde der Rost vor dem Einführen des Apparates mit einer dünnen Lage von Kohlengrus beschickt, um die flüssigen, brennenden Teile der Patrone aufzufangen, damit diese für das Anfeuern nicht verloren gehen sollten; hierbei zeigte sich jedoch, dafs der Apparat beim Hineinbringen in die Feuerkiste Kohlengrus in sich aufnahm und beim Anstellen des Gebläses dadurch zu sehr erhitzt wurde, so dafs die Mündung anfing zu verschmoren. Aufserdem fiel auch Kohlengrus durch die Rostfläche in den Aschkasten. Es wurde deshalb versucht, ohne Kohlengrus auszukommen. Irgend ein Nachteil war damit nicht verbunden.

Bei ganz kalten Lokomotiven, die mit dem Flammenwerfer angezündet werden, ist die Rauchentwicklung sehr stark, so dafs Qualm aus der Feuertüre austritt. Diese Erscheinung tritt aber auch bei kalten Maschinen, die mit Holz angefeuert werden, auf, und es ist ganz erklärlich, dafs, solange nicht für einen Abzug Sorge getragen wird, der Qualm aus der Feuertüre austreten mufs. Die falsche Luft müfste, wie ja bei jedem Zimmerofen auch, solange abgesaugt werden, bis die Maschine eine solche Temperatur angenommen hat, dafs der natürliche Zug eintritt. Man kann das Qualmen aber bei einer gewissen Geschicklichkeit des Anheizers dadurch verhindern, dafs man den Apparat anfangs erst leicht mit Briketts bzw. Kohlenstücken eindeckt, so dafs die helle Flamme gut hindurchschlagen kann und dann erst die für ein gutes Grundfeuer ausreichende Anzahl von Briketts nachwirft. Ein weiteres Hilfsmittel ist, vor die Feuertür einen angefeuchteten Sack zu legen oder einen Hilfsbläser zu benutzen, den man leicht ansaugen läfst, bis das Feuer durchgebrannt ist.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, dafs für das Eindecken des Apparates eine gewisse Geschicklichkeit erforderlich ist, damit die Feuerbrücke nicht zugeworfen wird, weil sonst später die Kohlen mit dem Feuerhaken sich sehr schwer auseinanderziehen lassen. Am besten stellt man den Apparat so auf, dafs genügend Platz für die in Frage kommende Kohlenmenge vorhanden ist. Die Briketts oder Kohlenstücke werfe man derart ein, dafs sie möglichst auf den hinteren Teil des Apparates auffallen, dann werden die vorn an der Rohrwand benötigten Stücke von selbst in genügenden Mengen vorfallen.

Für die Bedienung des Flammenwerfers ist nur ein Mann erforderlich. Der Anheizer bringt zweckmäfsig vom Tender zuerst die Briketts und Kohlenstücke vor, so dafs er sie in greifbarer Nähe hat. Nachdem er für den elektrischen oder Prefsluftanschlufs Sorge getragen hat, bedient er die Feuerung in der beschriebenen Weise.

Bei verschiedenen Lokomotivgattungen zeigten sich insofern Schwierigkeiten, als die Rostfläche zu sehr geneigt war, so dafs der Apparat von selbst wieder zurückrutschte, nachdem er aus dem Kohlenhaufen gezogen war. Es wurde deshalb in di Fällen an dem Teleskoprohr eine Schelle mit Flügelmutter gebracht, wodurch der Apparat sich leicht an der Feue festhalten liefs.

Für Tenderlokomotiven ist der Apparat trotz des Teles rohres etwas zu lang. Ich empfehle deshalb, hierfür Einsteckrohr mit einem kürzeren, etwa 40 cm langen, Bajonettverschlufs versehenen auszutauschen.

Die Druckfeder im Apparat mufs von Zeit zu Zeit einandergezogen werden, damit der Kolben sicher an die Z anschlägt. Durch Zurücklegen der Anschlagzunge läfst der Kolben nebst Feder leicht aus dem Apparat herausneh Im übrigen sind Mündungsstück, Kolben, Zylinder mit brennungskammer auswechselbar angeordnet.

Der Gebläsemotor bedarf einer gewissenhaften Wart seine Lager müssen einer öfteren Reinigung unterzogen wer Es ist ganz erklärlich, dafs der feine Kohlenstaub sich sc in die Lager einsetzt, so dafs sich mit der Zeit die Welle f und Ankerdefekte eintreten. Zur Zeit wird ein neues Geb modell mit Kugellagern ausgearbeitet, wodurch voraussich ein Fressen der Lager vermieden wird.

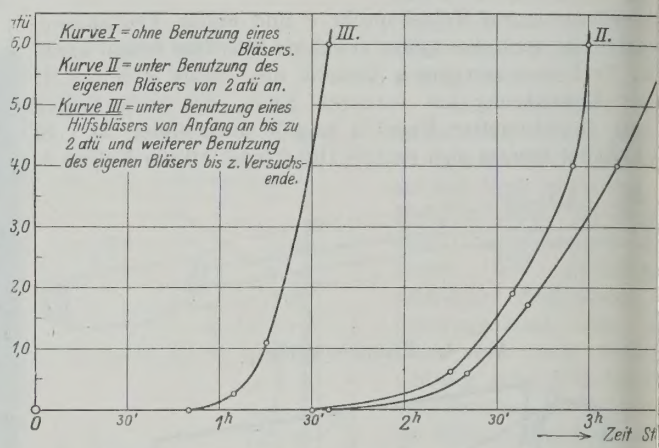


Abb. 8. Versuche mit dem Flammenwerfer.

Die ursprüngliche rechteckige Form des Kohlenanzü und des Apparates wurde auf Anregung des Verfassers in zylindrische umgewandelt, wodurch erhebliche Vorteile e wurden.

Die Versuchergebnisse sind in Abb. 8 zusammenge Die Kurven bilden wiederum Mittelwerte aus 15 Versuch

5. Leuchtgas.

Im August 1924 richtete die Frankfurter Gasgesell an die Verwaltung das Ersuchen, ihr zur Erprobung Gasbrenners einige Lokomotiven zur Verfügung zu stelle

Nach verschiedenen Vorversuchen wurden vom Ju August 1925 24 Versuche unternommen.

Zur Verfügung stand geprefstes Leuchtgas von 1 und 4500 kcal/m³, dessen Druck auf 1500 mm W. S. verm wurde. Die Gasgesellschaft hatte dazu einen Spezialbr hergestellt; bei diesem Brenner strömt das Gas mit Geschwindigkeit aus einer kalibrierten Düse in das Misc Die dadurch erzielte Injektorwirkung wird ausgenutzt, um verstellbare Luftzuführungsschlitze die für eine gute Verbre nötige Menge Luft anzusaugen. Der lanzettförmige Br wirft im Betriebe 14 Stichflammen aus von etwa 30 cm L

Die Handhabung des Brenners ist folgende: Der der Lokomotive wird auf etwa 20 cm Höhe mit grobstü Kohle oder den üblichen Steinkohlenbriketts derart besc dafs in der Mitte eine flache Mulde für den Brenner en Durch die Feuertür wird der Brenner in diese Mulde

bsetzung eingelegt und dann noch eine Lage Briketts ohlen aufgeworfen, so dafs der Brennerkopf vollständig ennmaterial bedeckt ist.

Versuche mit Leuchtgas im Juni 1925.

Lokomotivgattung P 8.

sel-ck	Wasser-tempe-ratur bei Beginn Anheizens	Dauer des Anheizens	Erreichte Dampfspannung	Menge des Anheizstoffes	Dauer der Gaszufuhr	Gasverbrauch	Dauer der Luftzufuhr	Luftverbrauch 0° 760 mm	Ohne oder mit Bläser
ü	°C	Std.	atü	kg	Min.	m³	Min.	m³	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	—	1°10′	6	350	10	2,5	—	—	ohne
)	—	— 30′	12	350	14	3,5	—	—	„
'	—	— 30′	9	504	9	2,25	—	—	„
	—	— 42′	6	210	2	0,78	—	—	mit
	—	— 10′	6	420	6	2,28	—	—	„
)	25	1°55′	3	420	6	2,28	—	—	„
;	—	2°30′	4,5	245	2	0,55	2	0,6	ohne
5	—	2°—	3	280	2	0,55	2	0,6	„
)	42	3°—	6	245	2	0,55	—	—	mit
)	50	3°30′	4	245	2	0,55	10	8,6	ohne
;	—	3°30′	4	280	2	0,55	8	7,0	„
5	—	2°30′	4	210	3	0,75	9	8,1	„
;	—	1°30′	2,5	210	2	0,55	10	8,6	„
)	30	3°50′	6	280	2	0,55	—	—	„
;	—	3°10′	6	280	2	0,55	9	7,8	mit
3	—	2°10′	9	280	2	0,55	10	8,6	ohne
5	—	2°—	4,5	245	3	0,55	10	8,9	mit
3	—	3°06′	5	245	3	0,75	10	8,9	ohne
;	—	4°10′	6	210	2	0,55	10	8,6	„
)	25	3°—	6,5	245	3	0,75	18	15,3	mit
;	—	4°—	5	280	2	0,55	10	8,6	ohne
3	—	1°30′	5	280	2	0,55	10	8,6	„
;	—	3°—	5	280	2	0,55	10	8,6	„
5	—	2°—	5,5	245	2	0,55	10	8,6	„

ie Versuche wurden von Juni bis August 1925 angestellt.

it diesem Brenner wurden sechs Versuche angestellt, deren isse in obiger Zusammenstellung unter Nr. 1 bis 6, dar- sind. Es wurden zunächst Vendelokomotiven, die noch hatten, und dann eine kalte otive angeheizt. Der Gas- ich schwankte zwischen 250 390 l/Min. (bezogen auf n). Als Anheizstoff wurden .-Briketts (3,5 kg Stück- t) verwendet; die auf- ate Menge geht aus Spalte 6 sammenstellung hervor. ach einer Einwirkung des rs von etwa 15 Min. Dauer e Brikettlage auf eine Fläche wa 1 m² in lebhafte Glut n, so dafs die Gaszufuhr ab- und der Brenner entfernt konnte. Zur weiteren nfachung wurde bei den hen 4 und 5 der eigene der angeheizten Lokomotive ei Versuch 6 ein in den Schornstein gehängter Hilfs- benutzt, der aus der Heizleitung einer daneben stehenden otive gespeist wurde.

Die Versuche befriedigten nicht, weil u. a. der Gasverbrauch zu hoch und nach dem sechsten Versuch der Brenner vom Feuer bereits so angefressen war, dafs er unbrauchbar wurde. Aufserdem hatte sich gezeigt, dafs das Brennerrohr nicht lang genug war. Man war nicht in der Lage, zuerst die Kohlen an der Rohrwand in Brand zu setzen, so dafs beim späteren Gebrauch des Bläsers an dieser Stelle kalte Luft durch die Rostplatten strich, die ein Undichtwerden der Siederohre begünstigte.

Es wurden deshalb die Versuche unterbrochen und der Gasgesellschaft vom Verfasser folgende Forderungen gestellt:

1. Leichtere Handhabung und Bedienung des Brenners,
2. geringerer Gasverbrauch,
3. intensivere Heizwirkung auf grofse Rostfläche,
4. unbedingte Betriebssicherheit (Feuerbeständigkeit).

Der aus diesen Forderungen und den dazu gegebenen Anregungen hervorgegangene Brenner ist in Abb. 9 und 10 dargestellt, er weist gegen den ersten Brenner in der Hauptsache folgende Unterschiede auf:

1. Wegfall aller nicht unbedingt notwendigen Nebenapparate und Vereinfachung der Regulierung (Forderung 1).
2. Einführung von Prefsluft an Stelle der angesaugten Luft (Forderung 2).
3. Verlängerung des Brenners von 700 auf 1000 mm und des Zuführungsrohres von 800 auf 1100 mm, später auf 1500 mm. (Forderungen 1 und 3).
4. Doppelwandige und hohle Ausführung der gefährdeten äufseren Kanten, damit diese durch die hindurchströmende kalte Luft von innen gekühlt werden (Forderung 4).

Die mit diesem Brenner angestellten Versuche, die teils an unter Druck stehenden, teils an kalten Lokomotiven vorgenommen wurden, ergaben zwar auch einen Gasverbrauch von 275 l/Min., jedoch konnte dadurch, dafs nur 2 Min. mit Gas geblasen wurde, der Gesamtverbrauch für eine Anheizung von 3500 auf 550 l vermindert werden. Nach Verlauf von 2 Min. waren die V.G.E.-Briketts soweit angebrannt, dafs die Gaszuführung abgestellt werden konnte und nur mit Prefsluft auf die Dauer von etwa 10 Min. weitergeblasen wurde. Nach dieser Zeit konnte das Feuer sich selbst überlassen oder durch Anwendung eines Bläsers weiter behandelt werden. Die Versuchsergebnisse sind in obiger Zusammenstellung, Versuche Nr. 7 bis 24, dargestellt. Der Prefsluftverbrauch geht aus Spalte 10 hervor (bezogen auf 760 mm).

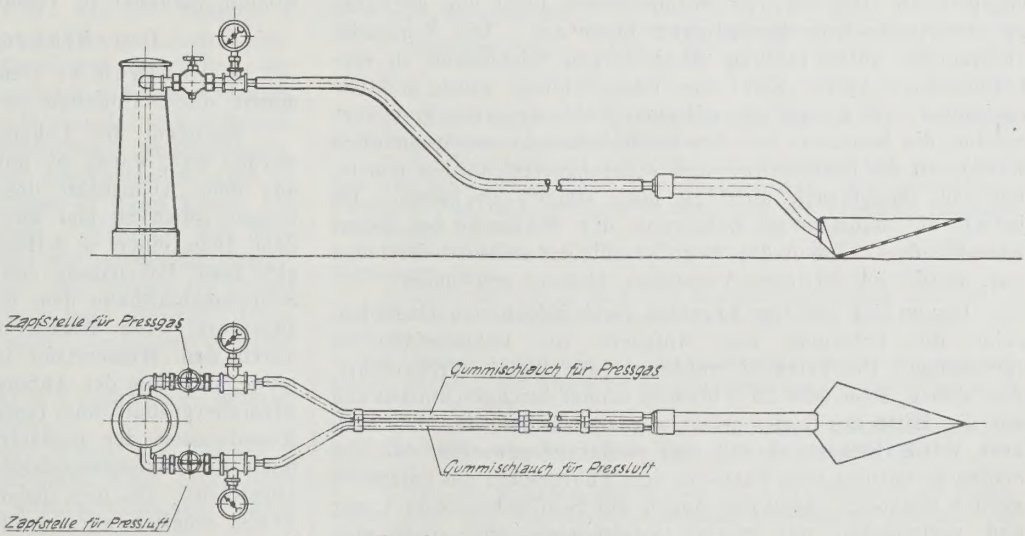


Abb. 9. Leuchtgasbrenner (2. Ausführung).

Während der neue Brenner die Forderungen 1 bis 3 im grofsen und ganzen erfüllte, vermochte er der Forderung 4 nicht gerecht zu werden. Trotz der doppelwandigen und

hohlen Ausführung der äufseren Kanten traten wiederum sehr bald Anfressungen durch das Feuer ein, die den Brenner unbrauchbar machten. Ein Übelstand, der sich in noch erhöhtem Mafse bei Verwendung von Kohlen als Anheizstoff anstatt V.G.E.-Briketts bemerkbar machte, weil infolge der kleineren Hohlräume die im Innern entwickelte Glühhitze nicht schnell

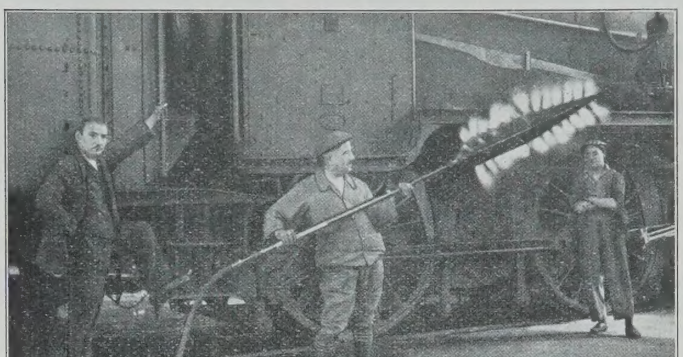


Abb. 10.
Stichflamme des Gasbrenners (sichtbar ist nur der grüne Kern).

genug abströmen konnte, so dafs der Brenner Wärmestauungen ausgesetzt war.

Die Versuche wurden wegen dieses Mangels abgebrochen. Zur Zeit bemüht sich die Frankfurter Gasgesellschaft ein Brennermaterial zu finden, das normalen Anforderungen gewachsen ist.

6. Gummischläuche.

Bei einer Ausschreibung über den Verkauf alter Gummischläuche im November 1924 wurde ein Höchstgebot mit ℳ 1,50 für 100 kg abgegeben. Dieser Preis erschien der Reichsbahn-Direktion aufserordentlich niedrig. Deshalb wurde der Verfasser beauftragt, Versuche darüber anzustellen, ob sich alte Gummischläuche mit Vorteil unter Dampfkesseln verbrennen liefsen. Die Versuche wurden mit einem überraschenden Ergebnis durchgeführt. Die anfänglich gehegte Befürchtung, dafs die Rostspalten sich zusetzen würden, trat selbst bei den engspaltigen Gliedern von Wanderrosten nicht ein, auch die zu erwartende Geruchbelästigung blieb aus. Die Schläuche verbrannten unter Bildung einer starken Stichflamme in verhältnismäfsig kurzer Zeit; die Dampfbildung wurde sichtbar beeinflufst. Es konnte also mit einer Kohlenersparnis gerechnet werden, die besonders bei den Steilrohrkesseln augenscheinlich wurde, wo die Rostgeschwindigkeit herabgesetzt werden mufste, um den Dampfdruck nicht zu hoch steigen zu lassen. Da jedoch die selbständige Zuführung der Schläuche bei diesen Kesseln ohne Umbau der Regulierschieber nicht zu erreichen war, wurde von weiteren Versuchen Abstand genommen.

Das an sich günstige Ergebnis legte jedoch den Gedanken nahe, die Schläuche zum Anfeuern von Lokomotiven zu verwenden. Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, dafs sieben, zehn oder 15 Schläuche einmal durchgeschnitten und auf die Mitte des Rostes gelegt wurden. Sodann wurden etwa 100 V.G.E.-Briketts (je 3,5 kg) so darauf geworfen, dafs die Schläuche mittelst alter Putzwolle vom Führerstand aus entzündet werden konnten. Auch hier fingen die Schläuche sofort Feuer und verbrannten mit starker Stichflamme, ohne dafs eine bemerkenswerte Geruchbelästigung eintrat. Aus den Ergebnissen von rund 30 durchgeführten Versuchen ergab sich, dafs bei Verwendung von sieben Schläuchen oder zwei Reiserwellen die Anheizdauer ungefähr gleich war, und 2 G 10 Lokomotiven, die gleichzeitig nach 15-stündiger Betriebspause frisch angeheizt wurden, nach $3^1/_2$ Stunden 2 atü Druck hatten.

Die Versuche wurden im Juni 1925 abgebrochen, da auf erneute Ausschreibung der Reichsbahn-Direktion ℳ 2,50 für 100 kg geboten worden waren.

Der Kostenvergleich ist im Abschnitt 8 behandelt.

7. Einleitung von Dampf in das Kesselwasser.

Auf Grund der in Amerika*) und im Wärmewirtschaftsbezirk 2 (Berlin)**) angestellten Versuche über das Anwärmen wieder in Betrieb zu nehmender oder zu prüfender Lokomotivkessel in einem Eisenbahn-Ausbesserungswerk wurden auf Anordnung der Reichsbahn-Direktion ähnliche Versuche mit Betriebslokomotiven im Dezember 1925 durchgeführt.

Da hier keine geeignete ortsfeste Dampfkesselanlage vorhanden war, mufste der Dampf anderen Lokomotiven entnommen werden. Dies bereitete zunächst insofern Schwierigkeiten, als die vorhandenen Dampfentnahmeventile nicht die benötigten grofsen Querschnitte hatten. Bei Verwendung der Heizleitung trat ein Druckabfall von 12 atü auf 6 atü ein. Es wurde deshalb bei Versuch 1 eine G 3-Heizlokomotive verwendet, die eine besondere Dampfentnahmerohrleitung vom Dom aus besitzt. Doch trat auch hier Druckabfall ein. Erst bei Dampfentnahme aus dem Speiseventil bei Versuch 3 wurde ein Druckabfall zwischen Kessel und Leitung vermieden. Die Anheizzeit bei Versuch 3 hätte sich noch mehr abkürzen lassen, wenn die Rohrleitung einen gröfseren Querschnitt gehabt hätte.

Das Einströmen des Dampfes in das kalte Wasser der Lokomotiven machte sich durch heftige Erschütterungen und Geräusche bemerkbar, die bei öfterer Wiederholung das Halten der Heizrohre beeinträchtigen dürften. Diese Erschütterungen sind bei einem Dampfdruck von 6 atü und einer Wassertemperatur von $+ 8^0$ bis $+ 45^0$ am heftigsten. Von 45^0 an lassen sie nach und verschwinden bei etwa 75^0. Das Einströmen des Dampfes von 12 atü bei einer Wassertemperatur von $+ 8^0$ verursachte nur geringe Erschütterungen, die erst bei einer Wassertemperatur von $+ 75^0$ etwas stark wurden. Durch Einbau einer injektorartig wirkenden Mischvorrichtung liefsen sich diese schädlichen Erschütterungen ganz vermeiden.

Das Anheizen bei den Gegenversuchen geschah mit Kolonit-Anzünder in Verbindung mit dem Flammenwerfer.

Durchführung der Versuche:

a) Versuch 1: Dampferzeugung bei einer P 8 Lokomotive durch Einleiten von Dampf in das Kesselwasser.

Nachdem die Lokomotive am Vormittag ausgewaschen worden war, wurde sie mit Wasser von 14^0 gefüllt, bis es aus dem Ablafshahn des Wasserstandglases herauszufliefsen begann (etwa 80 mm unter N. W.). Der Heizdampf wurde dem Dom einer G 3-Heizlokomotive entnommen und durch eine feste Rohrleitung von 26 mm l. W. durch den vorderen Schlammablafshahn dem Kessel der anzuheizenden Lokomotive zugeführt. Der Wasserverbrauch der Heizlokomotive wurde durch den Wasserstand im Tender bei Versuchsbeginn und -ende, nachdem der Anfangswasserstand im Heizlokomotivkessel wiederhergestellt war, bestimmt. Die jeweilige Temperatur des Kesselwassers der anzuheizenden Lokomotive wurde am Ablafshahn des Wasserstandsglases mittelst Quecksilberthermometer abgelesen. Da dies jedoch nur bis 100^0 C ohne erhebliche Fehler möglich war, wurde von da an nur das Kesselmanometer beobachtet und die zugehörenden Temperaturen der Dampftabelle entnommen.

*) Railway Age vom 14. und 21. Februar 1925.
**) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Nr. 19

ie Heizlokomotive konnte die benötigte Dampfmenge it gröfster Kesselbeanspruchung liefern, so dafs gegen les Versuches ein Druckabfall nicht zu vermeiden war. stgestellte verbrauchte Wassermenge wurde der anzu- len Lokomotive nicht vollständig als Dampf zugeführt, Heizlokomotive mit eigenem Bläser arbeitete. as Ergebnis ist aus Abb. 11 zu ersehen.

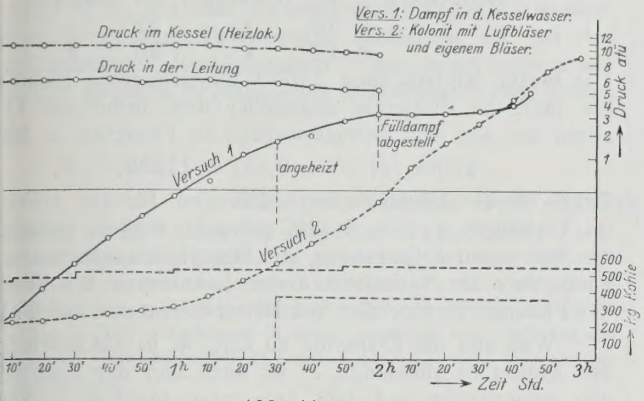


Abb. 11.

Versuch 2: Anheizen einer P 8 Lokomotive mittelst -Flammenwerfer und SM-Briketts.

e Lokomotive wurde bis 120 mm über N. W. gefüllt, Versuchsende möglichst den gleichen Kesselzustand Versuch 1 anzustreben. Die Temperaturen wurden Versuch 1 bestimmt. Die Brennstoffmenge wurde durch eines ausgewogenen Gefäfses gemessen. Zum Blasen ein Lufthilfsbläser verwendet, bis der eigene Bläser komotive in Betrieb gesetzt werden konnte.

Versuch 3: Dampferzeugung bei einer P 8 Loko- durch Einleiten von Dampf in das Kesselwasser. m den Endwasserstand nicht zu hoch werden zu lassen, die Lokomotive nur bis zu einer Höhe von 200 mm der Feuerbüchsdecke gefüllt. Zum Feststellen dieses standes wurde die vordere obere linke Luke abgenommen, ades Winkeleisen quer über die Feuerbüchsdecke gelegt n dessen unterer Kante bis zum Wasserspiegel gemessen. ke blieb bis kurz vor Beginn der Dampfentwicklung , um die Temperatur des Wassers durch Eintauchen rmometers ablesen zu können. Als Dampfzuleitungsrohr dasselbe Rohr von 26 mm l. W. wie bei Versuch 1 und der Dampf einer P 8 Lokomotive von dem Speise- am Speisedom entnommen. Zu diesem Zweck war der lansch des Rückschlagventils entfernt, ein neuer Flansch montiertem Kupplungskopf und Manometer aufgeschraubt n den Kupplungskopf die Rohrleitung angeschlossen. heizende Lokomotive während des Versuches nicht zu isen zu müssen, wurde das Wasser in ihrem Kessel vor auf einen hohen Stand gebracht. Während des Ver- nachdem das Wasser verbraucht war, wurde die Dampf- ne 1,3 Min. unterbrochen, und das Wasser im Kessel er Zeit durch den Injektor wieder hoch gespeist. Diese Unterbrechung hat sich jedoch wenig bemerkbar gemacht 12).

Versuch 4: Anheizen einer P 8 Lokomotive mittelst -Flammenwerfer und SM-Briketts.

ieser Versuch wurde in gleicher Weise wie Versuch 2 eführt. Es wurde lediglich an Stelle eines Luftbläsers Luftmangels ein an eine Nachbarlokomotive ange- ener Dampfbläser verwendet.

on der Wiedergabe der eingehend aufgestellten Berechnung ärmeaufwandes, des Kohlenverbrauchs und der Kosten ser Stelle wird abgesehen, weil das Ergebnis der Ver- in dieser Form zur Nachahmung kaum ermutigen dürfte.

8. Gegenüberstellung.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und das Abwägen der Vor- und Nachteile der verschiedenen Anfeuerarten sind in der Hauptsache drei Punkte ausschlaggebend:

1. Die für das Anheizen entstehenden Kosten,
2. die Dauer des Anheizens und
3. die Belastung des O-Wagenparks und des Betriebs durch die Heranführung der Anheizmittel.

Daneben spielen die in den vorhergehenden Abschnitten sonst noch aufgeführten Vor- oder Nachteile der einen oder anderen Anfeuerart zwar auch eine beachtenswerte aber immerhin nachgeordnete Rolle.

Die Gegenüberstellung der Kosten[1]) ergibt nachstehendes Bild:

Zusammenstellung 2.

Kostenart	Reiserwellen ℳ	Anheizöfen ℳ	Anfeuersteine ℳ	Leuchtgas[2]) ℳ	Gummischläuche[2]) ℳ	Dampf[2]) ℳ
1	2	3	4	5	6	7
1. Kosten des Anheizmittels	0,39	0,80	0,18[3])	0,10	0,105	7,92
2. Frachtkosten des Anheizmittels	0,05[4])	—	0,001[5])	—	0,006[6])	—
3. Kosten für Entladen und Stapeln[7])	0,030	—	0,001	—	0,006	—
4. Für Verzinsung, Tilgung und Unterhaltung des Ofens	—	0,04	—	—	—	—
5. Desgleichen des Reiserschuppens	0,09	—	—	—	—	—
6. Desgleichen der Gasleitungen	—	—	—	0,06	—	—
7. Desgleichen der elektrischen Leitungen	—	—	0,006	—	—	—
8. Lohnkosten für das Anheizen[8])	0,90	0,90	0,60	0,90	0,80	0,90
9. Kosten für Verluste durch Eintrocknen, Abfall und Streuung (10 %)	0,04	—	0,014	—	—	—
10. Kosten der Prefsluft[9])	—	0,60	0,01	0,15	—	—
Zusammen rund	1,50	2,34	0,81	1,21	0,91	8,82

Anmerkungen: [1]) Die Kosten sind für den Fall 1 errechnet, d. h. ohne Benutzung eines Bläsers.

[2]) Die Versuche mit Leuchtgas, Gummischläuchen und Dampf sind nur der Vollständigkeit hier miteinbezogen. Ein unmittelbarer Vergleich darf nicht gezogen werden, weil die Versuchsgrundlagen verschieden waren.

[3]) Einschliefslich 4 Pfg. für Verzinsung und Amortisation des Flammenwerfers.

[4]) Zugrunde gelegt sind eine mittlere Entfernung von 100 km und die Sätze der Abrechnungsvorschrift 20. Ein 15 t-Wagen fafst 2500 Reiserwellen.

[5]) Auch hier ist eine mittlere Entfernung von 100 km zugrunde gelegt, obgleich die wirkliche Frachtentfernung für Frankfurt a. M. nur 23 km beträgt.

[6]) Hier sind die Kosten für die Beförderung der alten Schläuche vom Werkstättenhauptmagazin nach den Betriebswerken am Orte eingesetzt.

[7]) Für das Entladen und Stapeln eines 15 t-Wagens mit Reiserwellen sind drei Tagewerke und eines 15 t-Wagens mit Anfeuersteinen sechs Tagewerke angerechnet.

[8]) In den Lohnkosten sind auch die Kosten für das Heranschaffen der Anheizmittel an die Lokomotiven enthalten.

[9]) In Spalte 3 und 5 sind für 1 m³ Prefsluft von 6 atü ℳ 0,10 gerechnet. In Spalte 4 ist der Betrag für den Stromverbrauch des Gebläses eingesetzt bei einem Strompreis von ℳ 0,20/kWh.

Aus vorstehender Zusammenstellung sind hinsichtlich der Kosten folgende Folgerungen zu ziehen:

1. Das Anheizen mit Dampf ist nur wirtschaftlich vertretbar,
   a) wenn Lokomotiven unter Druck zur Verfügung stehen, die entweder in dem Betriebswerk in Ausbesserung oder zum Auswaschen gehen. In beiden Fällen werden im Bezirk des Maschinenamts Frankfurt a. Main Dampf und Wasser derartiger Lokomotiven in die Auswaschanlagen abgelassen, wo die Wärme vollkommen und wirtschaftlich ausgenutzt wird;
   b) wenn ein ortsfester Kessel vorhanden ist, der nicht voll beansprucht ist und dessen Wirkungsgrad durch Auslastung verbessert werden kann.

Für diese Fälle ermäfsigen sich die Kosten für das »Anheizmittel« ganz erheblich, so dafs die Anfeuerart u. U. mit den anderen in Wettbewerb treten kann; trotzdem wird sie nach meiner Auffassung für das Anheizen von Betriebslokomotiven in gröfserer Anzahl keine grofse Bedeutung gewinnen.

2. Die Verwertung alter Gummischläuche ist auch bei einem Preise von 3,10 ℳ für 100 kg noch wirtschaftlich. Da jedoch nicht soviel Altgummi anfällt, um damit eine gröfsere Zahl von Lokomotiven regelmäfsig anzufeuern, empfiehlt sich die Verwendung nur bei kleineren Betriebswerken oder auf Lokomotivstationen.

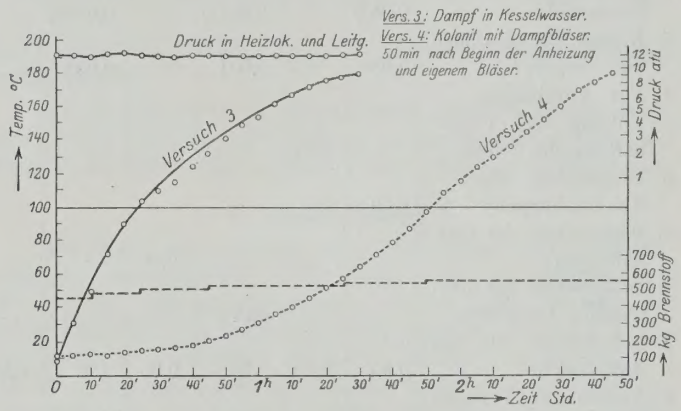


Abb. 12.

3. Das Anfeuern mit Leuchtgas ist verhältnismäfsig teuer, es ist nur dann vertretbar, wenn es sich in Ausnahmefällen darum handelt, die Anheizzeit ganz erheblich herabzusetzen. Die zur Zeit im Gang befindliche Umstellung auf Fettgas führt ohnehin zu neuen Überlegungen. Es ist anzunehmen, dafs infolge der etwa doppelt so grofsen Heizkraft des Fettgases günstigere Ergebnisse erzielt werden, wenn andererseits auch nicht verkannt werden darf, dafs der höhere Preis ungünstig einwirkt.

4. Der Anheizofen in der vorliegenden Form wird als überholt zu betrachten sein. Der aufserordentliche Verbrauch an Prefsluft, um die im Ofen liegenden Kohlen in Glut zu bringen, verteuert das Anheizen so sehr, dafs der Ofen nicht mehr wettbewerbsfähig ist. Er ist im übrigen nur für eine geringe tägliche Anzahl von Anheizungen brauchbar. Denn schon bei 48 täglichen Anheizungen wird aus dem fallweisen Betrieb ein ununterbrochener, wobei Anhäufungen zu bestimmten Tageszeiten, die natürlich einen viel gröfseren Feuerraum erfordern, nicht berücksichtigt sind. Der Ofen mit ununterbrochenem Betrieb aber ist aus den in Abschnitt 3 geschilderten Gründen aufgegeben worden.

5. Dafs das Verfahren mit Reiserwellen teuer ist, war bekannt. Die Zahlen bieten deshalb keine Überraschung. Aber selbst bei geringeren Kosten sind seine im Abschnitt 1 geschilderten sonstigen Nachteile so grofs, dafs man es durch ein anderes besseres Verfahren ersetzen würde.

6. Das Anheizen mit Anfeuersteinen unter wendung eines geeigneten Apparates, der eine Stichflamm zeugt, ist nach den bisherigen Ergebnissen am wirtschaftlich Bei den Betriebswerken in Frankfurt a. Main werden t Lokomotiven in nachstehender Zahl angeheizt:

Betr.-Werk	1	30	Werktags;	30	Sonntags
»	2	18	»	39	»
»	3	18	»	20	»

Das ergibt jährlich rund 25000 Anheizungen. Damit b die jährliche Ersparnis gegenüber dem bisherigen Verf allein bei den drei Betriebswerken in Frankfurt a. Mai

$$25000 \cdot (1{,}50 - 0{,}81) = \mathbf{17250{,}}-\ \mathcal{M}.$$

Dabei ist die Ersparnis an Lohnkosten für das Anheize im Verhältnis 3 : 2 in Ansatz gebracht worden, trotzdem den bisherigen Erfahrungen mit Sicherheit angenommen w kann, dafs das Verhältnis dieser Lohnkosten bei Verwe des Flammenwerfers oder von Reiserwellen sich auf 2 : 1

Was nun die Ersparnis an Zeit, d. h. die Beschleun des Anheizens anbelangt, so ist auch hier der Flammen den Reiserwellen und dem Anheizofen überlegen. Verw

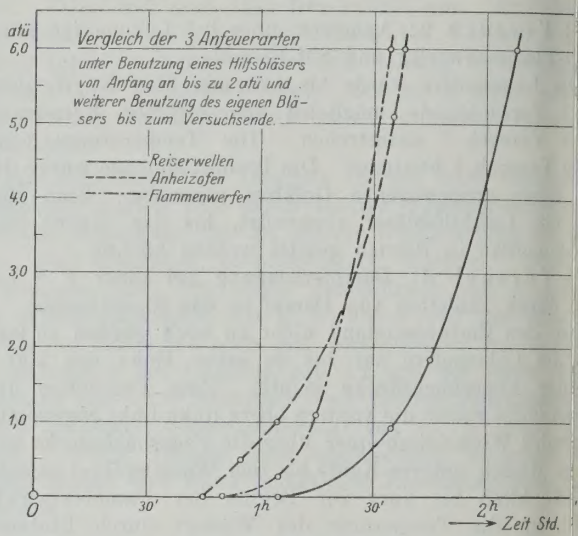


Abb. 13.

man anstatt eines Anfeuersteines zwei, dann wird dan Anheizzeit zweifellos noch erheblich verkürzt. Versuche hi sind im Gange. Fest steht jedoch jetzt schon, dafs die Ru Feuer (z. Zt. bis zu 6 Stunden) bedeutend abge werden kann, wodurch sich weitere Ersparnisse ei lassen.

Noch keine Berücksichtigung gefunden hat die Inanspruchnahme des Wagenparks, die jedoch zu Zeit O-Wagenmangels nicht vernachlässigt werden darf.

Zu den 25000 Anheizungen im Bereich der drei Be werke in Frankfurt a. Main sind 100000 Reiserwell forderlich. Da ein 15 t Wagen rund 2500 Reise fafst, sind jährlich 40 Wagen nur für Frankfurt a. Mai sonstigen Verkehr auf 3 bis 4 Tage entzogen, ganz abg von dem Fortfall erheblicher Rangierbewegungen.

Demgegenüber stehen 25000 Anfeuersteine. 1 G- von 15 t fafst 30000 Steine, so dafs jährlich nur ein auf 3 bis 4 Tage notwendig ist. Diese erhebliche Er an Wagenmaterial ist keinesfalls zu unterschätzen.

Wenn auch die Versuche, wie ich in der Einleitu wähnte, noch nicht endgültig abgeschlossen sind, so lä doch schon im jetzigen Zeitpunkt mit Sicherheit übe

e bisherigen Anfeuerarten durch wirtschaftlichere ersetzt können. Abb. 13 zeigt zum Vergleich für den Fall nützung des Hilfsbläsers den Zeitverlauf für die drei rungsarten in einem Bilde.

Nachschrift.

ie vorstehende Abhandlung wurde im Juni 1925 verfafst. hen ist angeordnet worden, dafs sämtliche Lokomotiven nkfurt a. M. mit dem Flammenwerfer angeheizt werden. erbei gewonnenen Erfahrungen bestätigen die bei den nen gemachten Beobachtungen. Aus verschiedenen mir letzten Monaten zugegangenen Mitteilungen geht jedoch hervor, dafs in anderen Bezirken vielfach Mifserfolge zu verzeichnen sind, die m. E. nur auf ungeschickte Bedienung und vielleicht auf den — auch in Frankfurt a. M. anfangs vorhandenen — Widerstand des Bedienungspersonals zurückzuführen sind.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dafs neuerdings von einer sächsischen Firma ein Gebläse zum Anschlufs an die Prefsluftleitung herausgebracht worden ist, das vom Aschkasten aus unter den Rost gebracht wird und von hier aus auf einen in der Feuerkiste liegenden und mit Kohlen zugedeckten Anfeuerstein wirken soll. Das Gebläse ist jedoch nur anwendbar, wenn die Lokomotive über einen Kanal geht.

Ein neuzeitliches Betriebswerk einer amerikanischen Bahn.

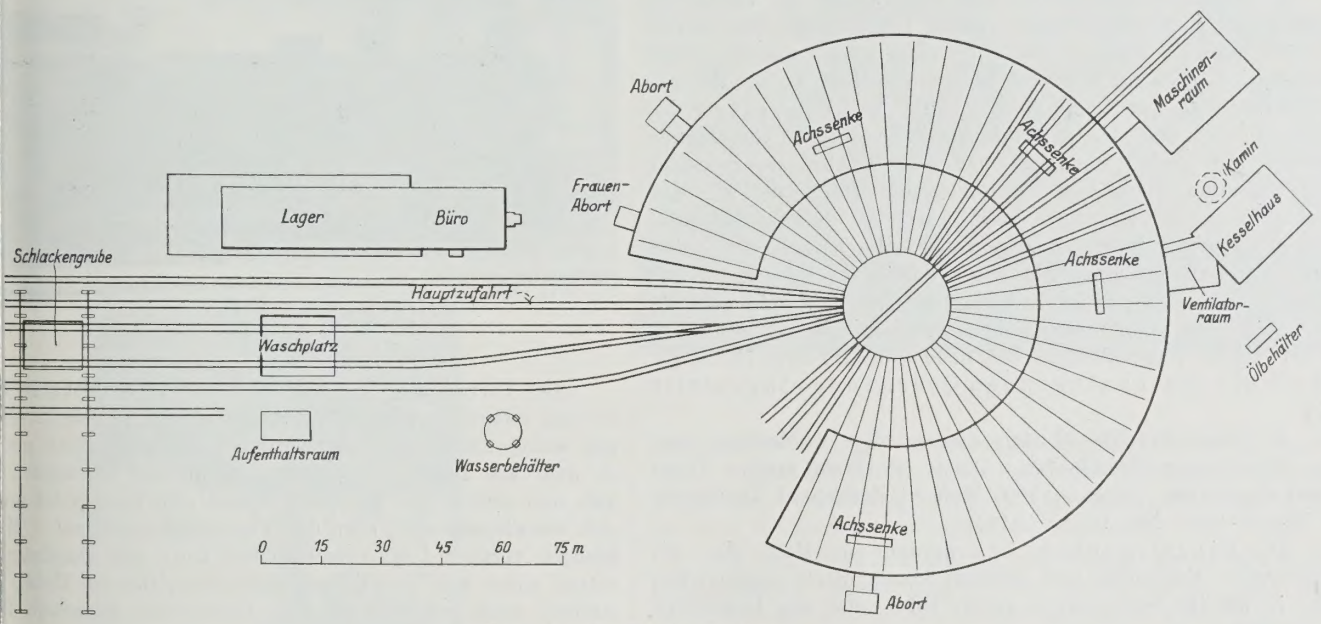
e Grand Trunk Western-Eisenbahn hat im Jahre 1926 ein neus Betriebswerk in Benutzung genommen, bei dem trotz der nlichen Form der Anlage alle Anforderungen einer wirtschaftBetriebsführung berücksichtigt wurden; es ist an die Stelle n Jahre 1880 errichteten Anlage getreten und hat täglich motiven, hauptsächlich für den Güterzug- und Verschiebeabzufertigen.

as Lokomotivrundhaus für derzeit 40 Stände kann um fünf vergrölsert werden; es hat Wände aus Eisenbeton und Backas Dach und dessen Tragwerk, sowie die Tore sind aus Holz, sboden ganz aus Beton. Die Arbeitsgruben für die 33 m Stände sind aus dem gleichen Baustoff unter Verstärkung

Ölfeuerung der Lokomotiven befindet sich aufserhalb des Hauses und kann 38 m³ aufnehmen; eine Kreiselpumpe fördert das Öl durch die oben genannte Leitung zu allen Ständen. Fünfzehn Stände sind zum Füllen der Kessel nach dem Auswaschen mit Frischdampf von etwa 10 at eingerichtet. Zur Ausrüstung des Lokomotivschuppens gehört ein fahrbarer Elektrokran, welcher nicht nur die schwereren Teile ab- und anbauen hilft, sondern sie auch aus dem Lager holen kann.

Die 27 m-Drehscheibe wird durch zwei 25 PS-Motoren angetrieben, sie hat eine Winde für das Verholen kalter Lokomotiven.

Ein kleiner Werkzeugmaschinenraum befindet sich am Hinterende dreier Stände. Das Kesselhaus enthält drei Stirling-Wasserrohrkessel mit mechanischer Kohlenzufuhr und Aschenentfernung.



Lageplan des Betriebswerkes.

alte Eisenbahnschienen; auf vier Gleisen sind Achssenken ut. Zur Beheizung dienen zwei Lufterhitzer von je 2200 m³ cher Leistung, welche die Warmluft durch Eisenbetonkanäle senumfang des Hauses zu den Auslässen an den Arbeitsgruben n. Zehn 75-Wattlampen beleuchten jeden Stand, der aufserch Kraftanschlufs besitzt. Die fünf Reihen der Dachstütztragen auch die Rohrleitungsanschlüsse und zwar die fünfte chdruckprefsluftleitung, die vierte die Absauge-, Auswaschleitung, die dritte die Luft- und Ölleitung und schliefslich eite noch eine Kaltwasserleitung. Die Auswasch- und Füllfassen je 95 m³ und werden von zwei Dampfpumpen mit je minutlicher Leistung bedient. Der Brennstoffbehälter für die

Das Lagergebäude ist 45 m lang und an das Bürohaus angebaut.

Der Schlackensumpf ist 10 m breit, 16 m lang und 4 m tief und besteht aus Eisenbeton mit besonderer Verstärkung durch Schienen am 60 mm starken Boden. Die Aschengrube wird durch einen Laufkran von 100 m Fahrbahnlänge bedient, der einen Geländestreifen bestreicht, auf dem der Anfall von drei Monaten Platz hat.

Die Lokomotiven werden von einer selbsttätigen elektrischen Bekohlungsanlage versorgt. Die Bunker haben Fassungsraum für 500 t und je zwei Abgabeschurren für die drei Gleise; gewöhnlich werden täglich 250 t Kohlen umgeschagen; der Sandbehälter fafst 250 t. Bttgr.

(Railw. Age, 1. Hälfte 1926, Nr. 22.)

Rauchabzüge in Lokomotivschuppen *).

Von **Fr. Zimmermann**, Oberregierungsbaurat a. D., Heidelberg.

Im folgenden soll ein kurzer Überblick gegeben werden über die Einrichtungen, die in neuer Zeit zur Abführung des Rauches der in den Lokomotivschuppen stehenden Lokomotiven angewendet werden.

Einzelrauchabführung. Man hatte früher in gröfseren Lokomotivschuppen offene, runde und ovale Rauchabzüge, deren Unterkante höher lag als die Lokomotivkamine, die darunter wegfahren mufsten. Der Rauchfangtrichter war auch wesentlich weiter als die Lokomotivkamine.

Die aus dem Lokomotivkamin abziehenden Gase können die grofse Luftmenge um den Kamin herum nicht genügend erwärmen, um einen kräftigen Abzug zu bewirken. Bei Wind und nebligem Wetter schlägt der Rauch in das Maschinenhaus zurück oder bleibt über dem Dach in der Umgebung liegen. In diesem Fall leiden nicht nur die Anwohner durch den Rauch, sondern ganz besonders alle Beamten und Arbeiter, die im Lokomotivschuppen sich aufhalten müssen. Dann werden die Tore aufgelassen, damit der Rauch aus dem Schuppen hinausgeblasen wird. Der kräftige Durchzug durch den Lokomotivschuppen treibt aber den Rauch zwischen Lokomotivkamin und Rauchabzug erst recht in das Maschinenhaus hinein. Unter dem Luftdurchzug leiden aber wieder Beamte und Arbeiter des Schuppens, so dafs Erkrankungen der Atmungsorgane und der Haut auftreten.

Die Rauchabzugstrichter hat man später in viereckige Rauchfangkasten umgewandelt, deren Längswände fest, deren Vorder- und Rückwände pendelnd eingerichtet wurden. Das Eisenbahn-Zentralamt empfiehlt in einem Bericht an das Reichsverkehrsministerium vom Jahre 1922 für Einzelrauchabführung den kastenförmigen, rechteckigen Rauchfangtrichter mit gufseisernem, 60 cm weitem Abzugsrohr, wenn eine schlanke, vierseitige Pyramide den Übergang von der Rechteck- in die Kreisform vermittelt. An den Schmalseiten sind gelenkartige Schürzen angebracht Im Abzugsrohr mufs eine Drosselklappe eingebaut sein, damit im Winter die erwärmte Luft des geheizten Schuppens nicht durch die unbenutzten Rauchfänge entweicht. Paul Jeschke in München liefert solche Rauchabzüge, bei denen die Drosselklappe durch die ausschwingenden Querwände eingestellt wird.

In diese Rauchfangkasten können die Lokomotiven mit dem Schornstein hineinfahren. Damit ist einem grofsen Übelstand abgeholfen. (Organ 1909, Heft 8; Zeitschr. f. Dpfkessel- u. Masch.-Betr. Nr. 12 v. 1914.)

Die Einzelrauchabzüge werden aus Holz, das mit Wasserglas, Kalkmilch und anderen Schutzmitteln angestrichen oder in flüssige Schutzmittel gelegt wird, oder aus Eisenblech hergestellt.

Wurde bei den ersteren der Anstrich nicht regelmäfsig erneuert, so gerieten sie in Brand; die schmiedeeisernen Abzüge waren bald durchgerostet. Man hat die hölzernen Abzüge auch dadurch zu schützen versucht, dafs die Bretter mit Rillen versehen werden, in die ein Brei von Kreide mit Wasserglas eingespachtelt wird. Aber Holz schwindet in der grofsen Hitze besonders stark, deshalb konnte es nicht ausbleiben, dafs diese Art Schutz ausbröckelt.

In letzter Zeit werden wieder viele Einzelrauchabzüge aus imprägniertem und feuersicherem Holz verlangt und geliefert. Wird eine stark rauchende Lokomotive unter einen solchen, unten offenen Rauchabzug gestellt, so zieht mit dem Rauch viel kalte Luft in das Abzugsrohr und es dauert einige bis ein genügender Zug entsteht. Bis dahin tritt der R auch nach aufsen in den Schuppen aus und verqualmt d

In das Abzugrohr werden auch Abschlufsklappen einge die geschlossen werden können, wenn keine Lokomotive dem Rauchabzug steht, um im Winter den Schuppen halten zu können. Wenn die Klappe nicht senkrecht verengt sich der Rohrquerschnitt bedeutend und verhinder Rauchdurchlafs.

Um dem Übelstand, dafs der Rauch sich in den Lokor schuppen schlägt, abzuhelfen, versieht man die Raucha mit einer Vorrichtung, die entweder den Lokomotivkami einem verschiebbaren Rohr und Hut abdeckt (Abb. 1), nach Bauart Fabel den Lokomotivkamin umschliefst, s dieser sich unter dem Rauchabzug befindet.

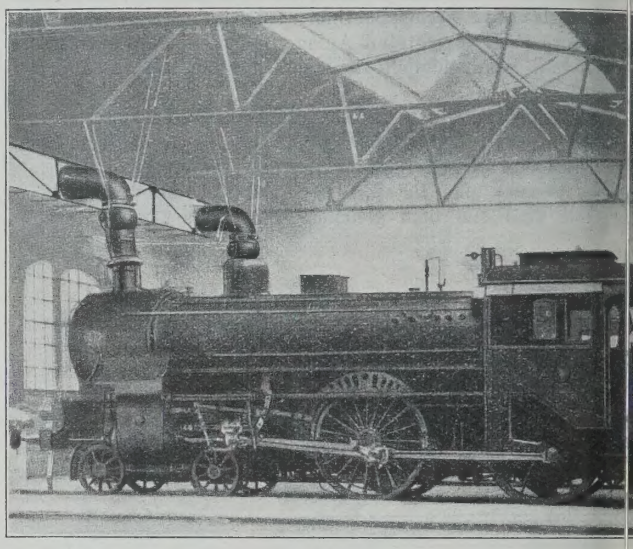


Abb. 1.

Die Vorrichtung mit den senkrecht verschiebbaren R ist von mehreren Firmen in verschiedenen Lokomotivsch mit wenig Erfolg versucht worden. Das eine Rohr mufs in dem am Dach des Lokomotivschuppens befestigten auf- und abbewegen können. Sobald sich Rost bildet und sich dazwischensetzt, hört die Verschiebbarkeit auf. Ma deshalb versucht, das verschiebbare Rohr aus Aluminium einem sonst von den Gasen nicht angreifbarem Metall stellen, auch um die an dem Dachgebälk hängende L vermindern. Das gewöhnliche Aluminium ist indessen fest und hart genug. Jede Verbeulung veranlafst eine St im Hochziehen oder Herablassen des verschiebbaren R Man verwendet neuerdings hierzu ein Hart-Aluminium.

Otto Fabel in München hat bekanntlich den T in senkrechter Richtung zerteilt, so dafs sich zwei hal Klappen bilden, die den Lokomotivkamin von der Sei umschliefsen. Diese Klappen stehen wagrecht und werde herabgelassen, wenn eine Lokomotive unter den Rauc gefahren ist.

Die Firma H. Clasen in Breslau brachte statt de eckigen Rauchfangs einen solchen mit senkrechten wänden und runder Vorder- und Rückwand an. (Tr trichter, Abb. 2 und 3.) Dieser Rauchfang bildet ei Haube. Aus der Haube werden, wie bei einem Krangreife Haubenhälften seitlich herabgelassen, die mit einem Aus für den Lokomotivkamin versehen sind. Diese Haube

*) Organ 1896, S. 1; 1904, S. 60; 1909, S. 148; 1911, S. 294; 1912, Heft 10; 1915, S. 198; Ztg. d. Ver. d. E. Verw., Nr. 70, 1904; Ausschufs f. d. Normalisierung d. Lokomotivbehandlungsanlagen 25. und 26. Januar 1922; Ausschufs f. Lokomotivbehandlungen und maschinelle Anlagen 20. und 21. Dezember 1923.

ieſsen den Lokomotivkamin, und legen sich beim Hoch- an die oberen Haubenhälften an. Es muſs zwischen ıſseren und der inneren Haube genügend Spielraum , damit nicht der sich ansetzende Ruſs und Rost ein rgleiten der inneren Haube verhindert. Die beiden ı Haubenhälften schlieſsen, wenn sie hochgezogen sind, bzugsrohr nach oben ab.

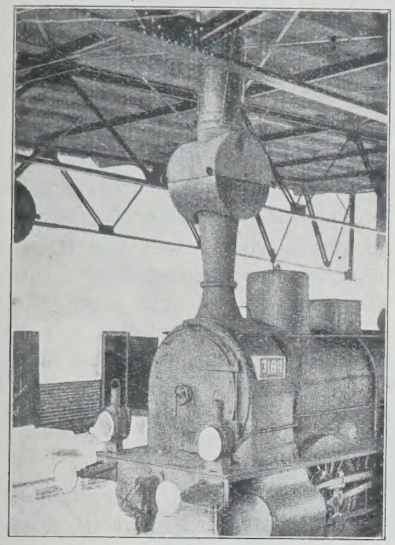


Abb. 2.

ie Trommeltrichter konnten sich aus dem gleichen wie die Teleskoptrichter nicht bewähren.
ie Bedingungen, die an einen guten Rauchabzugstrichter t werden müssen, sind folgende:
e Einrichtung muſs einfach und haltbar und darf nicht ı teuer sein;

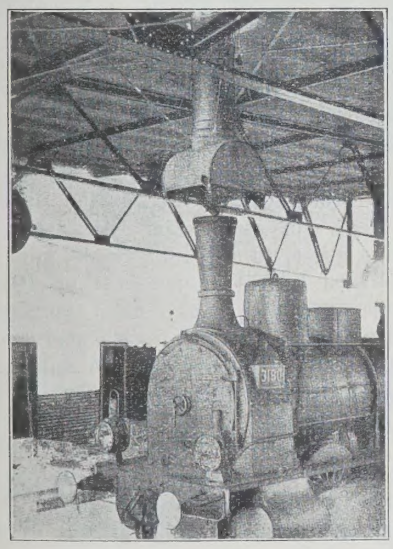


Abb. 3.

ie Einrichtung muſs zu verschiedenen Höhen und Weiten er Lokomotivkamine passen;
t die Einrichtung an den Lokomotivkamin angelegt, darf öglichst wenig falsche Luft zwischen ihr und dem okomotivkamin eintreten;
t die Einrichtung hochgezogen, so muſs das Rauch- bzugsrohr abgeschlossen sein;

e) beim Gegenfahren des Lokomotivkamines, Domes usw. gegen die herabgelassene Einrichtung darf weder beim Vorwärts- noch Rückwärtsfahren eine Beschädigung der Einrichtung oder des Lokomotivteils eintreten.

Zur Bedingung e) ist zu bemerken, daſs sowohl die hochziehbaren Trichter, wie die Flügel oder Klappen von Fabel und Jeschke und die Hauben von Clasen an Drahtseilen befestigt sind, die sie mittelst Gegengewichten in die Hochstellung ziehen. Ferner muſs das untere Stück des Rauchabzugsrohres etwas nach vorn und hinten nachgeben, also einen pendelnden Ausschlag zulassen.

Otto Fabel hatte anfänglich die Flügel längs der Gleisrichtung eingestellt. Jetzt liegen sie nach der Anordnung von Jeschke quer zum Gleis (Abb. 4), geben also beim Hochgehen aus der Tieflage in die Hochstellung die Durchfahrt schneller frei.

In der Tieflage müssen die Einrichtungen durch eine auslösbare Sperre festgehalten werden. Stöſst ein Lokomotivteil gegen die herabgelassene Einrichtung, so wird die Sperre ausgelöst und die Einrichtung (Trichter, Flügel, Hauben) wird vom Gegengewicht in die Hochstellung gezogen. In dieser bleibt sie, bis sie von Hand herabgelassen wird. Es gibt

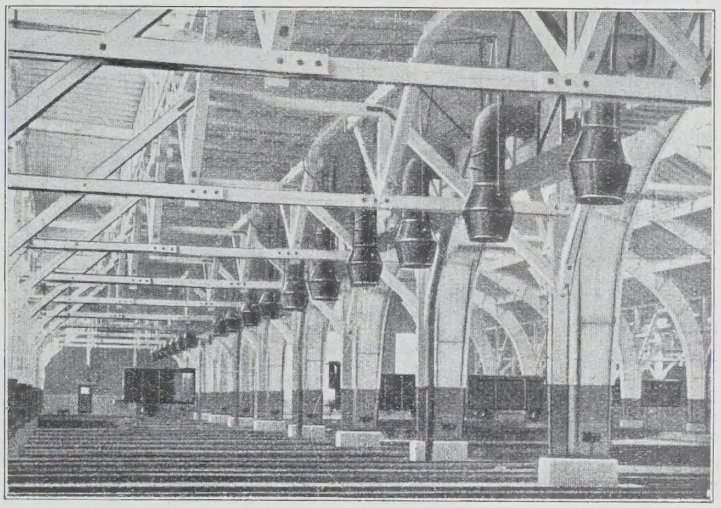


Abb. 4.

auch eine selbsttätige Vorrichtung (Spiegelhalter) für das Herablassen, doch hat diese, auch noch von einzelnen Firmen angepriesene Vorrichtung, wenig Anklang gefunden, weil hierfür zu viele Einzelteile angebracht werden müssen.

Die Betriebsstellen müssen zum Schutz der in den Lokomotivschuppen beschäftigten Arbeiter darauf halten, daſs auch die Einzelrauchabzüge den Lokomotivkamin abschlieſsen.

Zu den Einzelrauchabzügen zählen auch die durchgehenden Rauchfänge, das sind unten offene Kanäle, auf die in bestimmten Abständen Abzugkamine aufgesetzt sind. Solche durchgehenden Rauchabzüge sind, wie in englischen Bahnhöfen, auch in den neuen deutschen Bahnhöfen in Darmstadt, Stuttgart usw. und in Lokomotivschuppen, sowohl in rechteckigen als halbrunden, in letzteren über jedem Gleis mit einem Abzugrohr an beiden Enden. Sie sind meistens aus Holz hergestellt. In einem badischen Lokomotivschuppen waren durchgehende Rauchabzüge aus Zinkblech eingebaut worden. Bald tropfte Zinkweifs auf die Verkleidungsbleche der Lokomotiven, so daſs dieses unansehnlich wurde, auch war das Blech bald zerfressen.

Es ist auffallend, daſs sich die Rauchabzüge aus Holz in englischen Lokomotivschuppen gut hielten. Nach englischem Vorbild und nach Angabe und Zeichnung der London—North Western Railway in Crewe vom März 1896 wurden in Mühlacker und Appenweier rechteckige Lokomotivschuppen mit Säge-

dach und durchgehenden hölzernen Rauchfängen erbaut*). In beiden Schuppen waren die hölzernen Rauchfänge nach etwa zehn Jahren verkohlt und verbrannt.

Vor vier Jahren wurden in einem halbrunden Schuppen hölzerne Rauchfänge eingebaut und unter dem Dach eine Zwischendecke mit Gipsdielen eingesetzt. Durch den Rauch und Dampf, der auf der Seite der Rauchfänge heraustrat und sich an der Decke ansammelte, wurde die Decke bald zerstört. Der Gips ist herabgefallen und die Rauchfänge haben Risse, so dafs sie dauernd der Unterhaltung bedürfen und nach einigen Jahren abgenommen werden müssen.

Zentrale Rauchabführung. Mufs der Rauch der Lokomotiven im Schuppen wegen der Umgebung hoch abgeführt werden, so verbleibt nur die Möglichkeit, die Einzelrauchabzüge an einen Kanal anzuschliefsen und diesen in einen hohen Schornstein einmünden zu lassen. Die Westfalia-Dinnendahl A.-G. in Bochum hat für die Rauchabführung in Nied einen Ventilator aufgestellt, der den abgesaugten Rauch durch einen Schlot in die Höhe jagt. Auch die Siemens-Schuckertwerke in Berlin verwenden bei ihren Rauchabzugsanlagen mit schwenkbarem Teleskoprohr und zwangläufiger Drosselklappe eine Saugzugeinrichtung. Die Sauger oder Exhaustoren, wenn sie mit den Rauchgasen in Berührung kommen, werden durch diese zerstört und erfordern sehr hohe Betriebskosten**). Steht ein Schornstein hinter einer Anhöhe und läfst der darüber ziehende Wind den Rauch auch aus dem ausreichend erwärmten Schornstein nicht austreten, so hilft eben nur die Einrichtung einer Sauganlage dem Übelstande ab.

Zu d) Bei der Rauchabführung mit Kanal und Schornstein ist natürlich Bedingung, dafs alle Rauchabzugsrohre, unter denen keine Lokomotiven stehen, geschlossen sind. Diese Bedingung führt bei allen Einrichtungen zur Anwendung einer Abschlufseinrichtung wie z. B. einer Drosselklappe im Rauchabzugsrohr.

Statt der Drosselklappe können auch andere selbsttätige Verschlüsse ausgeführt werden (s. Org. 1909, Heft 8). Es ist aber nicht immer erwünscht, dafs das Rauchabzugsrohr, unter dem eine geheizte Lokomotive steht, ganz offen ist, z. B. bei einer Lokomotive, deren Kurs beendet ist und bei der deshalb das Feuer langsam ausgehen soll. Das Gleiche gilt für eine Lokomotive, deren Feuer eben erst gereinigt worden ist und bis zur nächsten Fahrt still gehalten werden soll. In solchem Falle ist es möglich, die Flügel, die Haube oder den Trichter etwas anzuheben, womit die Drosselklappe schon einen erheblichen Teil des Rohrquerschnittes abschliefst. Auf das Feuer der Lokomotiven, die zur Abfahrt hergerichtet werden sollen, wirkt der Zug unter den ganz herabgelassenen Flügeln stark anfachend. Wird der Abschlufs des Abzugsrohres nicht zwangsweise von der Stellung des Trichterrohres abhängig gemacht, so wird das Bedienungspersonal in den meisten Fällen das Öffnen und Schliefsen der Abschlufsklappe vergessen.

Das Gegengewicht, das mittelst der Drahtseile die Flügel, die Hauben oder den Trichter hochzieht, mufs so eingestellt sein, dafs die Aufwärtsbewegung der Flügel usw. nicht ruckartig und plötzlich geschieht, da sonst Beschädigungen an den Gelenken und ein Zerreifsen der Drahtseile stattfinden. Die Art der Sperre des Gegengewichts und deren Auslösung haben sich einzelne Firmen patentieren lassen.

Die Rauchkanäle, an die die Abzüge angeschlossen werden, sind zuerst aus Eisenblech angefertigt worden, die aber bald von den Rauchgasen zerfressen waren. Mehrere Firmen haben dann zu den Rauchkanälen Gerippe aus Winkeleisen angefertigt, in deren Felder Asbestzementplatten (Eternit, Fulgurit usw.) eingesetzt wurden; diese Füllung kann indessen auch von verschiedener Güte sein, je nachdem lang- oder faseriger Asbest dazu verwendet wird.

Wenn der Rauchkanal an das Dachgebälk angehängt mufs sein Gewicht möglichst gering sein. Man versuchte halb die Auskleidungsplatten möglichst leicht und dü machen. Dieser Vorgang verlangt dann besten Ba doch darf dieser nicht unter eine gewisse Dicke, 10 bis 1 gebracht werden schon wegen der Handhabung der Platte der Temperatur der vorbeiziehenden Gase. Der Baustoff hart sein; es dürfen sich keine Risse in den Platten b Auch müssen die Platten gegen feuchten Dampf widers fähig sein.

Neuerdings versuchen einzelne Firmen Rauchkanäle aus das mit Wasserglas und ähnlichen Mitteln getränkt is einer Feuerschutzfarbe angestrichen wird, einzuführen. H gilt das im Anfang für die hölzernen Rauchfänge Ge

Der Feuerschutzanstrich macht das Holz wohl au höheren Hitzegraden für längere Zeit unentflammbar. Tränkung verleiht ihm einen Schutz gegen Fäulnis.

Trotz der sorgfältigen Bearbeitung und Behandlun Holzes mufste aber ein Holzkanal nach vier Jahren abgeb und durch einen Kanal mit Eternitplatten ersetzt werde die Bretter der Seitenwandungen auf der Innenseite 2 bis tief verkohlt und die des Bodenbelags durch das Nieders wasser angefault waren.

In das Gerippe eines Kanals, der während des K hergestellt und mit mangelhaftem Fulgurit ausgekleidet w war, wurden, da die Fulguritplatten bald brüchig gew waren, Platten aus feuersicherem Holze eingesetzt.

Die Holzplatten mit 30 mm Wandstärke verengte Durchgang des vorher 90×64 cm weiten Kanals um Da der Luftzug im Kanal entsprechend vermindert mufste dieser durch Erhöhung des Schornsteins verstärkt w Abgesehen von dem gröfseren Widerstand der rauheren der Holzwandung des Kanals gegenüber der glatten eines Eternitkanals fällt bei gleichem freien Querschni Holzkanal auch viel massiger aus.

Andere Firmen haben die Kanäle aus Eisenbeton herg Diese werden indessen so schwer, dafs sie nicht mehr Dachgebälk angehängt, sondern auf Tragstützen gelegt w müssen. Aufser der heifsen Luft, dem Rufs, der Flu und dem Wasserdampf ziehen Kohlenoxyd, Kohlensäure schiedene Kohlenwasserstoffe, schweflige und Schwefelsäure den Kanal.

Durch die Ausdehnung des Eisenbetons in der Hitz stehen, auch wenn ein sorgfältiger Glattstrich vorgen worden ist, feine Risse, in die die Schwefelsäure eindrin der Eisenbeton wird zerfressen und brüchig. Das gleic für die Asbestzementplatten, wenn nicht langfaseriger in ausreichender Menge verwendet wird und die Platte genug gepreſst werden. Die Erfahrungen mit den Eisen kanälen sind nicht günstig. Man ist deshalb in letzter Zei übergegangen, gemauerte Kanäle auszuführen, z. B. Kaiserslautern. Diese sind teuer, aber haltbar. Werden die wände in $^1/_2$ Steinstärke aus gebrannten Lochsteinen herg so werden als Decke Bimsbetonplatten aufgelegt. Die gema Kanäle, die quer zu den Gleisen hergestellt werden, ru den Gleiszwischenräumen auf Tragstützen.

Die Rauchkanäle erhalten Einsteigöffnungen mit ei Rahmen und verkleideten Türen, gufseiserne Rauchrohrans und Anschlüsse für die Aschfallrohre. Diese werden v Firmen, die die Rauchtrichter usw. herstellen, mitgeliefe müssen rechtzeitig bestellt werden, damit sie bei dem B Kanäle nach den Angaben der Firmen eingemauert können.

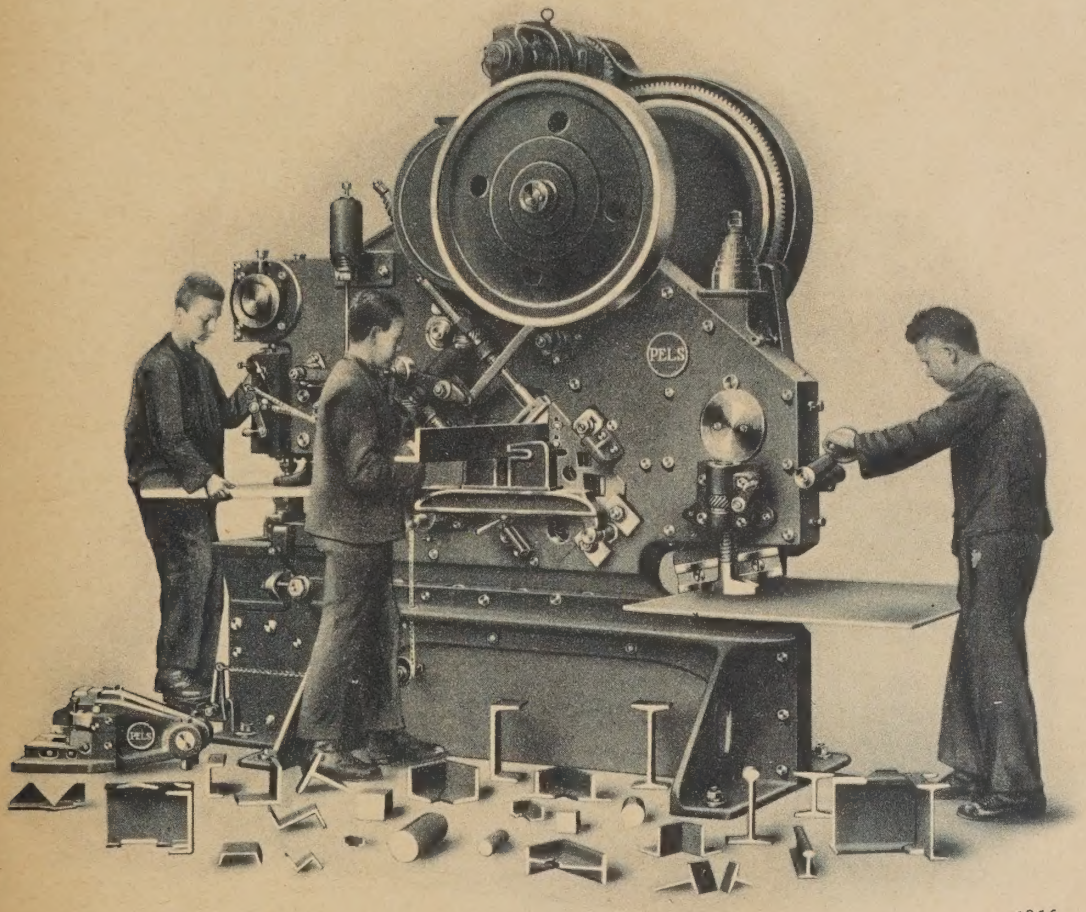
Von dem Vorhaben, die Rauchkanäle über das Da Lokomotivschuppens zu legen, mufs wegen des

*) Engineering März 17., 1882, S. 240; Febr. 26.. 1897, S. 276.
**) Der deutsche Eisenbahner Nr. 12 vom 21. März 1926.

BERLIN-ERFURTER MASCHINENFABRIK
Henry Pels & Co.

BERLIN-CHARLOTTENBURG 2 · NEUE GROLMANSTRAßE 5

FERNRUF: WILHELM 7530, 31, 1438. TELEGR.-ADR.: HAPECOMA. Filialen: DÜSSELDORF, WILHELMPLATZ 3-8, FERNRUF 194
NEW YORK, LONDON, BRÜSSEL, PARIS, MAILAND, STOCKHOLM. — FABRIK IN ERFURT.



1216

Blechſchere zum Schneiden von Blechen unbegrenzter Länge und Breite, vereinigt mit **Univerſal-Lochſtanze** und ſchrägliegendem **Eiſen- und Gehrungsſchneider** Typ **BLUEFG**

Körper garantiert bruchſicher aus einer ſtarken, gewalzten Siemens-Martin-Stahlplatte.

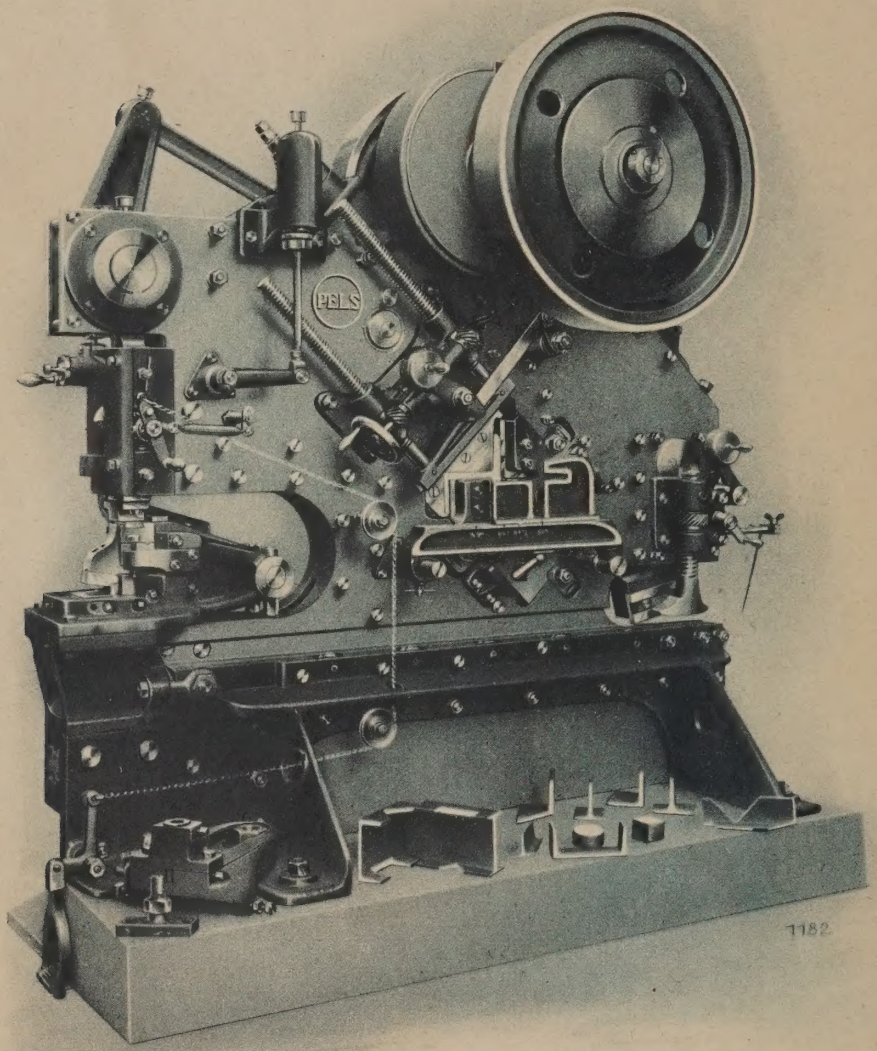
Lange Blechſchermeſſer. Gehobelte Kanäle mit Rollenführung, daher leichtes und unbehindertes Durchſchieben der Blechtafeln. **Raſch** durch **Handkurbel einſtellbare Niederhalter** für Blechſchere und Eiſenſchneider. **Geſchliffene Wellen und Lager.** Alle Lager beſitzen **Bronzebuchſen.** Lange, breite und **nachſtellbare Führungen. Hohe Hubzahl aller Werkzeuge.**

PELS

BERLIN-ERFURTER MASCHINENFABRIK
Henry Pels & Co.

BERLIN-CHARLOTTENBURG 2 · NEUE GROLMANSTRAßE 5

FERNRUF: WILHELM 7580, 81, 1438. TELEGR.-ADR.: HAPECOMA. Filialen: DÜSSELDORF, WILHELMPLATZ 3-8, FERNRUF 194
NEW YORK, LONDON, BRÜSSEL, PARIS, MAILAND, STOCKHOLM. — FABRIK IN ERFURT.



Blechſchere zum Schneiden von Tafeln unbegrenzter Länge und Breite, vereinigt mit **Lochſtanze** und **Eiſenſchneider** Typ **BLUEFG** mit eingebautem **Ausklinkapparat.**

Univerſal-Maſchine für Eiſenkonſtruktions-, Wagenbau- und Reparatur-Werkſtätten.

Die Maſchinen ſind in allen gangbaren Größen freibleibend **ſofort** ab Lager **lieferbar.** Bei Rückfragen erbitten wir Leiſtungsangaben. Wir bauen dieſe Maſchinen auch getrennt als einzelne Blechſcheren oder Lochſtanzen bzw. Eiſenſchneider und bitten Sonderkataloge hierüber einzufordern.

Körper garantiert bruchſicher aus einer ſtarken, gewalzten Siemens-Martin-Stahlplatte.

PELS

eraturunterschiedes im Innern und an der Aufsenwand anals entschieden abgeraten werden. Im Winter sickert chneewasser in die Kanäle ein. Durch die starke Abng der Aufsenwand wird der Zug im Kanal wesentlich gert. Im Innern des Lokomotivschuppens untergebracht, der Rauchkanal im Winter auch zur Erwärmung der m Schuppen angenehm bei.

n dieser Beziehung sind die gemauerten Kanäle die vorteilten. Die Instandhaltung der Rauchabzuganlage erfordert lere Aufmerksamkeit. Es dürfen die Putztüren, die der ifeger oft zu schliefsen vergifst, nicht offen stehen. Bis- fehlen die Verschlufskapseln der Rufsabfallrohre; die trichter sind nur halb in die Höhe gezogen oder die lufsklappe in den Flügeltrichtern abgehängt und offen. lle diese Übelstände beeinträchtigen den Zug des Schorn- und damit auch den Abzug der Rauchgase aus dem otivschornstein, der unter einem offenen Rauchabzug

Das Schuppenpersonal mufs deshalb im Interesse seiner n Gesundheit darauf achten, dafs die Rauchabzuganlage komotivschuppen in Ordnung gehalten wird.

Die im Freien stehenden Lokomotiven können auch Rauchabzüge gestellt werden, die an besonderen Gerüsten ingt sind. Durch Rohre werden sie an die Rauchkanäle nern des Schuppens angeschlossen.

olche Anlagen im Freien ohne Schuppen sind in Frankvon der Firma Schwahl ausgeführt worden.

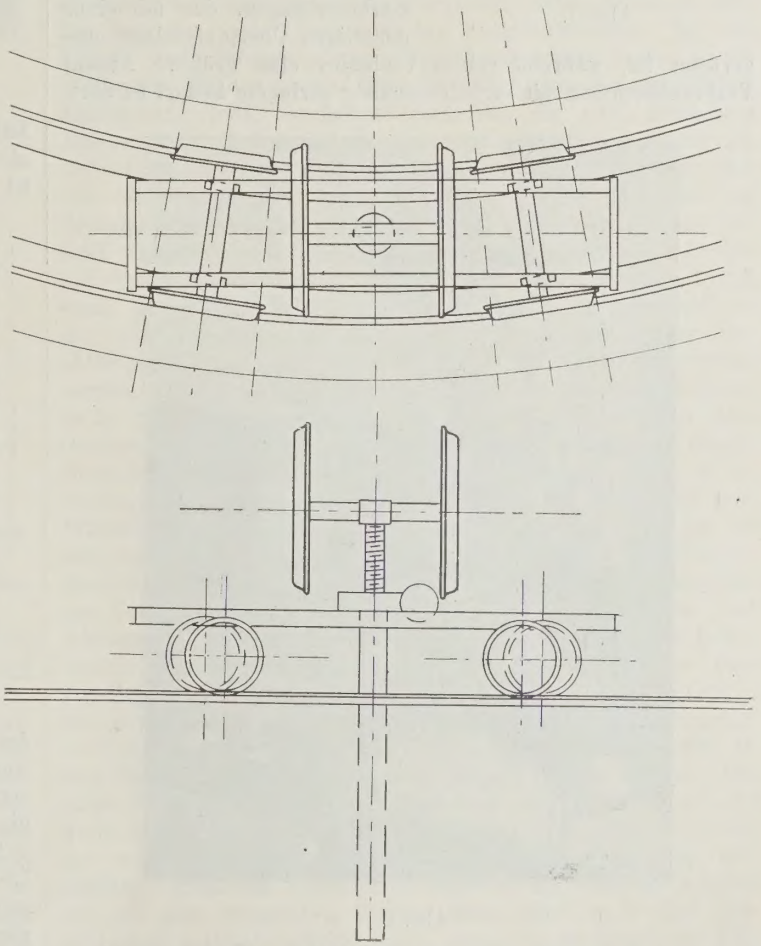
Die Bauart des Schuppens entscheidet auch über die Anzahl und den Standort der Schornsteine, die den Rauch in die Höhe abzuführen haben. Die Kanäle dürfen nicht in der Richtung des Halbmessers in den Schornstein einmünden, sondern nehmen, wie die Anschlüsse der Abzugsröhren zum Kanal, eine schräge Lage in der Richtung des Luftzuges ein. Auch sollen nicht zwei Kanäle im Schornstein gerade gegenüber einmünden, sondern in der Höhenlage etwas versetzt sein.

Die Gröfse und Weite des Schornsteines und der Kanäle werden von den Firmen, die die Trichter liefern, nach ihren Erfahrungen angegeben. Sie können nicht nach dem Mafse sämtlicher angeschlossener Abzugsrohre berechnet werden, da ja nur selten unter allen Abzügen geheizte Lokomotiven stehen. (Berechnung der Schornsteine, Organ 1915, S. 404.) Auch die Verteilung der Rauchabzüge an die Kanäle wird meist von den Trichterfirmen bestimmt. Die Schornsteine können einwandig aus Ziegelsteinen oder doppelwandig mit Luftschicht dazwischen aus geformten Betonsteinen hergestellt werden. Jedenfalls mufs darauf geachtet werden, dafs die Lichtweite nicht zu klein bemessen wird. Bei kleinen Lokomotivschuppen in Landorten wird man von Anlagen mit Rauchkanal und Schornstein absehen hönnen. Für die Arbeiter des Schuppens ist es aber in gesundheitlicher Beziehung von grofsem Wert, wenn statt der offenen Rauchfänge geschlosssene Trichter angebracht werden, die verhindern, dafs Rauch in den Schuppen gelangt, die ferner im Winter die Rauchabzugsrohre selbsttätig abschliefsen und damit den Schuppenraum warm halten.

Bogenläufige Achssenke.

n kreisförmigen Lokomotivschuppen müssen die zum chseln von Radsätzen eingebauten Achssenken auf einem ngleis in der Achsgrube verschoben werden, um die ze zum Zweck der Weiterbeförderung vom Hebegleis s benachbarte Gleis zu verbringen. Der Halbmesser Bogengleises ist verhältnismäfsig klein, er ist meist bis 50 m und die Achsenke ist daher, wenn sie mit schweren Radsatz von 3 bis 4000 kg belastet ist, wegen ümmungswiderstandes nur schwer verschiebbar. Der ungswiderstand rührt davon her, dafs die Laufachsen chssenke parallel angeordnet und die äufseren und n Laufräder mit gleichem Durchmesser ausgeführt zu n pflegen. Die Räder müssen daher bei der Kurvenung auf den Schienen gleiten, sowohl in Richtung des wie quer dazu, und die dabei auftretende Reibung acht den Krümmungswiderstand. Da nun solche Achsstets nur auf einem gekrümmten Gleis verschoben n, so läfst sich der Krümmungswiderstand in einfacher beseitigen, indem man die Achsanordnung dem Bogenanpafst, so dafs der natürliche, freie Lauf des Achsgestells in einem Kreise des gegebenen Durchmessers ch geht (s. Abb.). Man braucht dazu nur den Lauf- die Richtung nach dem Bogenmittelpunkt (d. i. der heibenmittelpunkt) zu geben und die Laufkreise des n und inneren Rades jeder Achse so zu bemessen, e einem Kegelmantel angehören, dessen Spitze in der heibenachse liegt. Die Verschiedenheit der Durch- macht wenige mm aus, ebenso ist die Verschiebung ger zur Erzielung der Winkelstellung nicht beträchto dafs die Änderung auch an schon vorhandenen Achs- leicht ausgeführt werden kann. Die Verringerung urchmessers an den inneren Laufrädern kann durch n unter den Lagern ausgeglichen werden, so dafs die hte Lage des Untergestells nicht geändert wird. Bei n solcher Achssenken bei Betriebswerken im Reichsbahnonsbezirk Nürnberg wurden solche Änderungen durcht. Es hat sich dabei eine erhebliche Verminderung der ungswiderstände ergeben.

Dr. Ue.



Bogenläufige Achssenke.

Eine neue Gaspreſspumpe.

Von Ing. **Hermann Klitzing**, Berlin-Lichterfelde.

Bekanntlich muſs den in gröſserer Entfernung von den Ölgasanstalten liegenden Zugbildungsbahnhöfen das zur Füllung der Züge erforderliche Ölgas durch Gaskesselwagen zugeführt werden. Um unnötige Wagenläufe zu vermeiden, müſste jeder Füllbahnhof mit einer ortsfesten Überpreſsanlage ausgerüstet werden, da bei einfachem Überströmen des Gases stets nur ein Druckausgleich zwischen dem Kessel des Wagens und dem Vorratkessel erfolgt, d. h. ein Gaskesselwagen mit 45 m^3 Inhalt und 15 at Überdruck wird bei Vorhandensein eines Vorratkessels von ebenfalls 45 m^3 Inhalt im Höchstfalle bis auf 7,5 atü entleert. Es werden also jedesmal $45 \cdot 7{,}5 = 337{,}5$ m^3 Gas wieder zur Gasanstalt zurückbefördert.

Trotz dieser unwirtschaftlichen Betriebsweise kann einer Ausrüstung sämtlicher Füllbahnhöfe mit Überpreſsanlage wegen des bedeutenden Kapitalaufwandes nicht nähergetreten werden.

Das Eisenbahnzentralamt ist daher seit längerer Zeit bemüht gewesen, die maſsgebende Industrie zu veranlassen, ein leichtes, betriebssicheres und wirtschaftlich arbeitendes Pumpenaggregat zu konstruieren, das in seinen Ausmaſsen so gehalten ist, daſs es unter Einhaltung des Lichtraumes mit dem Untergestell der Gaskesselwagen in feste Verbindung gebracht werden kann. Hierdurch sollte erreicht werden, daſs ein Gaskesselwagen, der mit einer derartigen Überpreſsanlage ausgerüstet ist, während seines Umlaufes eine gröſsere Anzahl Verbrauchsstellen mit verhältnismäſsig geringem Bedarf berührt,

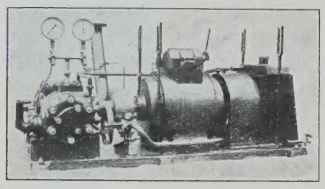


Abb. 1.

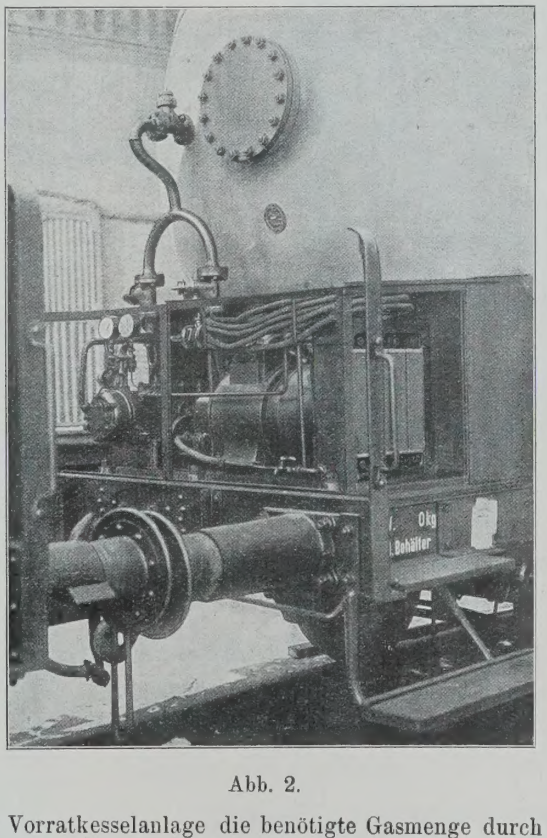


Abb. 2.

in jede Vorratkesselanlage die benötigte Gasmenge durch Überpumpen abgibt und, restlos entleert, der Gasanstalt wieder zuläuft.

Eine derartige Überpreſspumpe mit elektrischem Antrieb ist von der Gesellschaft für maschinentechnische Ausführ in Berlin (Gefma) entworfen und ausgeführt worden. erste Versuchsmaschine ist in Abb. 1 dargestellt. Eine bet fertig eingebaute Maschine zeigen die Abb. 2 und Abb. 2 sind die Bleche des Schutzkastens entfernt, u Anordnung sichtbar zu machen. Der Maschinensatz b aus Kompressor, Motor und Kühler, die durch eine gemei Grundplatte verbunden sind. Motor und Kühler haben gemeinsame Welle, während der Kompressor durch eine kraftkupplung mit dem Motor verbunden ist. Der Komp ist liegend angeordnet. Der Motor ist für Drehstrom vo und 380 V verwendbar. Die gewünschte Spannung kan

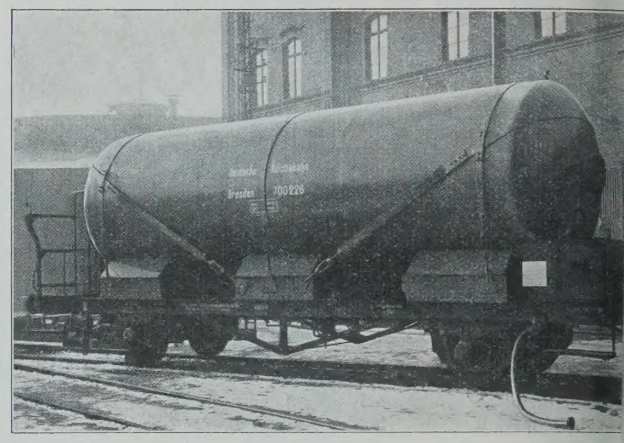


Abb. 3.

Bahnhofsverhältnissen entsprechend durch einfaches Un eines Handhebels eingestellt werden. Eine Anlaſsvorric ist nicht vorhanden. Mit dem Motor ist ein genügend Kabel verbunden, Stecker mit einer jeder Verbrauchstelle bringenden Steckdos bunden werden muſs Maschine ist mit I schmierung ausgerü

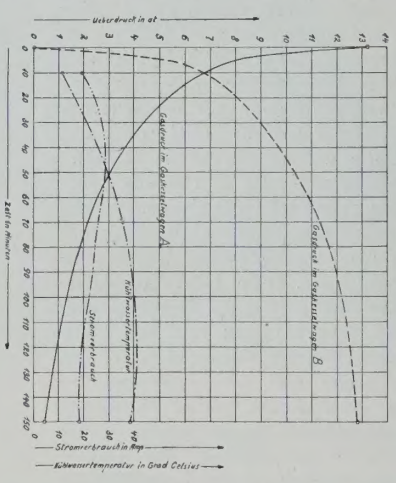


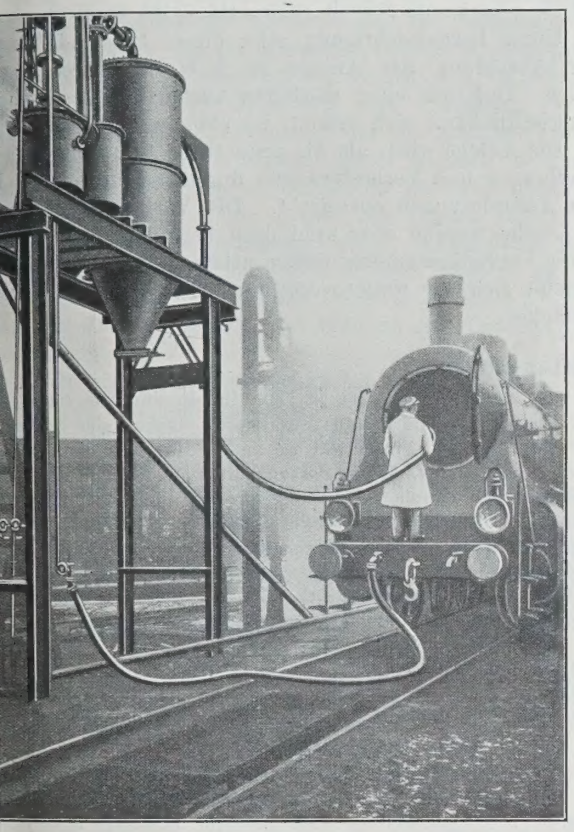
Abb. 4.

Die Überpreſsp wurde kürzlich dur Reichsbahndirekt Berlin erprobt. Sie zu diesem Zweck a Fuſsboden gesetzt u nügend verankert. F Versuche wurden 45 m^3-Gaskesselwag reitgestellt. Der Wagen war mit G 13,2 atü gefüllt, w der zweite Wagen leer war. Während der ersten 10 M wurde das Überfüllen des Gases durch einfaches Überst vorgenommen, bis ein Druckausgleich erreicht war; dann die Pumpe in Tätigkeit gesetzt. Nach Verlauf von w 2 Std. $19\,^3/_4$ Min. löste die Maschine selbsttätig aus, Überdruck des auszupumpenden Wagens auf 0,4 at ge war. Die Kühlwassertemperatur stieg langsam auf 41 gegen Ende des Versuches wieder zu fallen. Der Stromver stieg anfangs schnell an, um bei den höheren Drücke geringer werdenden Fördermengen langsam wieder abzun Der Verlauf der Gasdrücke, des Stromverbrauchs un Kühlwassertemperatur sind in Abb. 4 dargestellt.

Über eine neue Anlage zur Absaugung von Rauchkammerlösche aus Lokomotiven.

Von Reichsbahnrat **A. Vollmayr**, Weiden.

ie Wirtschaftlichkeit der Zugförderung wird in der letzten it Recht durch möglichst lange Lokomotivläufe zu fördern t. Dies ist auch durch die gröfseren Vorräte an Wasser ohlen bei den neueren Lokomotiven, den geringeren verbrauch, die Kipproste usw. ermöglicht. Man wird ch auf den übrig bleibenden Stützpunkten (Lokomotivend-mkehrstationen) die Lokomotivbehandlung nach Möglich-bzukürzen haben. Zusammen mit dem gleichfalls vor-en Streben nach weitgehender Personaleinsparung führt azu in höherem Mafse maschinelle Anlagen für die Loko-ehandlung zu verwenden. Solche sind heute für die lung, für die Entschlackung und Besandung fast bei allen etriebswerken schon vorhanden. Verhältnismäfsig wenig en dürften jedoch vorhanden sein für die mechanische nung der Rauchkammerlösche. Eine solche Anlage ist rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens« 1923,



e zum Absaugen von Rauchkammerlösche aus Lokomotiven.

7, neben anderen Lokomotiv-Behandlungsanlagen des etriebswerkes Würzburg beschrieben.

Beim Bahnbetriebswerk Weiden (Opf.) ist seit 1926 ebenfalls eine solche Anlage vorhanden, welche Beseitigung von einigen, anfänglich aufgetretenen Mängeln, ders in den Absaugeorganen, nunmehr in regelmäfsigen b genommen werden konnte. Sie besteht aus einer fstrahlpumpe (siehe Abb.), mit welcher unter Zwischen-ung eines Nafsfilters aus dem Löschebehälter von 2,4 m³ Rauminhalt die Luft abgesaugt wird, sowie den örigen Rohren, Krümmern und Ventilen. Das Ganze wurde inem Gestell aus Winkeleisen so hoch aufgestellt (3,7 m SO) dafs nach Öffnen eines Schiebers im unteren Teile Löschbehälters noch genügend Gefälle bleibt, damit die e auf einen im vorbeiführenden Gleis stehenden Müll-n in einer Blechrinne von selbst abfliefsen kann.

Nach Anschlufs des Gummischlauches, welcher mit der zur Strahlluftpumpe führenden Leitung verbunden ist, an den Heizungsanschlufs der Lokomotive und Öffnen der Rauchkammertüre wird durch Einlassen von Dampf in die Heizleitung der Lokomotive die Strahlpumpe in Tätigkeit gesetzt und mit dem in die Rauchkammer eingeführten vorderen Ende des beweglichen Absaugeschlauches in die Lösche abgesaugt. Die hierfür nötigen Zeiten sind je nach dem vorhandenen Dampfdruck verschieden, die Ergebnisse eines Versuches hierüber sind in der folgenden Zusammenstellung aufgeführt.

Dampfdruck in der Heizleitung der Lokomotive at/ü	Löscheförderung je Zeiteinheit kg/min
2	20
3	33,3
4	37,5
5	50,0

Die spezifische Leistung steigt also genau mit dem Dampfdruck. Die Gesamtzeit hängt natürlich von der Menge der in der Rauchkammer vorhandenen Lösche und diese wiederum von der verwendeten Kohle, von der Lokomotivtype, von der vorhergegangenen Kesselleistung, von den Streckenverhältnissen usw. ab.

Auch die Geschicklichkeit des Bedienungsmannes der Absaugeanlage spielt eine grofse Rolle. Zu den nach der obigen Zusammenstellung sich ergebenden Zeiten kommen dann für das An- und Abkuppeln des Dampfschlauches, für das Öffnen und Schliefsen der Rauchkammertüre noch 3 bis 5 Minuten. Eine wesentliche Beschleunigung der eigentlichen Entlöschung tritt, wenigstens nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen, also nicht ein; dagegen entfällt die Arbeit des Aufladens. Zeitweise Störungen sind dadurch eingetreten, dafs der Bedienungsmann durch zu tiefes Hineinstofsen des am Absaugeschlauches angebrachten Mundstückes den Zutritt der Luft absperrte und anderseits eine zu grofse Menge Lösche auf einmal ansaugte, wodurch eine Verstopfung eintrat. Durch einen geeigneten, jedoch genügend leichten Absaugekopf — der erste gelieferte war zu schwer — mufs eine gewisse Unabhängigkeit von der Geschicklichkeit des Arbeiters erreicht werden. Das Einfrieren einzelner Teile ist schon vorgekommen, es ist jedoch zu sagen, dafs sich dies bei entsprechender Aufmerksamkeit des Bedienungspersonal hätte vermeiden lassen. Besondere Schwierigkeiten sind von dieser Seite nicht zu erwarten, besonders wenn die Anlage gut ausgenützt ist. Wünschenswert wäre es, wenn der Dampf statt aus der zu reinigenden Lokomotive aus einer etwa für andere Zwecke des Bahnbetriebswerkes schon vorhandenen ortsfesten Kesselanlage zur Verfügung stünde, weil dadurch die Arbeit des An- und Abkuppelns des Gummischlauches an die Heizleitung der Lokomotive wegfallen würde und auch die Abhängigkeit von dem jeweiligen Kesseldruck der Lokomotive. Um Schwierigkeiten bei zu starkem Einnässen der Rauchkammerlösche zu vermeiden, wurden die Führer angewiesen, kurze Zeit vor der Fahrt an den Putzgraben die Rauchkammer nicht mehr zu nässen. Bei dieser Vorsorge dürften Schwierigkeiten durch zu nasse Lösche nicht zu befürchten sein. Es erscheint ferner wünschenswert, an verschiedenen Stellen Anschlüsse für die Absaugung vorzusehen, damit die Lokomotive während der Zeit, in welcher sie auf dem Putzgraben Wasser fafst, sofort nach dem Entschlacken entlöscht werden kann, ohne, wie es bisher der Fall war, noch einmal verfahren werden zu müssen. Bei der Aufstellung der vorliegenden Anlage konnte dies wegen der be-

schränkten Platzverhältnisse und wegen der unzureichenden Mittel nicht mehr berücksichtigt werden. Es ist jedoch beabsichtigt, im Laufe der Zeit die fehlenden Anschlüsse noch anbringen zu lassen, desgleichen soll an die gleiche Dampfstrahlpumpe noch ein Sandbehälter für trockenen Sand angeschlossen werden, so dafs auch die Besandung der Lokomotive gleichzeitig mit der Beseitigung der Lösche auf mechanischem Wege vorgenommen werden kann.

Wenn auch ein endgültiges Urteil wegen der noch kurzen Zeit der Inbetriebnahme nicht möglich ist, so kann doch festgestellt werden, dafs die Arbeit des Wiederaufladens der früher mit der Schaufel aus der Rauchkammer auf den Boden geworfenen Lösche vollkommen eingespart werden kann Nach den bisherigen Gedingesätzen war für das Reinigen einer Rauchkammer 0,12 Std., also bei einem durchschnittlichen Anfall von 33 kg je Lokomotive 3,64 Std. für 1 t Rauchkammerlösche bewilligt, ferner für das Aufladen von 1 m³ Lösche (0,47 t) 0,7 Std. also 1,4 Std. je 1 t aufgeladener Lösche. Bei dieser Arbeit tritt eine starke Staubentwicklung auf, welche nunmehr vollkommen entfällt; desgleichen war im Falle der Ausschaufelung die körperliche Anstrengung des Arbeiters gröfser. Infolge der Erleichterung derselben bei der mechanischen Absaugung konnte diese Arbeit einem mit Bedienung der benachbarten Drehscheibe und des Wasserkranens betrauten Arbeiter noch mit übertragen werden, sodafs ein Mann eingespart wurde, was allerdings nicht voll auf die Rechnung der Entlöschungsanlage zu setzen ist.

Die genannten Vorteile lassen sich, wie aus dem Gesagten hervorgeht, nicht leicht in Zahlen ausdrücken. Der Wirtschaftlichkeitsrechnung, die vor Beschaffung der Anlage aufgestellt wurde, wurde nur ein Zeitgewinn (für das eingesparte Wiederaufladen der Lösche, dann für die Möglichkeit der bes Einteilung der Arbeit) von 5 Min. für eine behandelte motive, also bei 80 Lokomotiven im Tag, 400 Arbeitsmi oder in 365 Tagen von 2432 Arbeitsstunden zu 0,6 ℳ = 14 im Jahr zugrunde gelegt.

Diesen Einsparungen steht ein Kapitalaufwand von 2400 ℳ für Beschaffung und Aufstellung gegenüber.

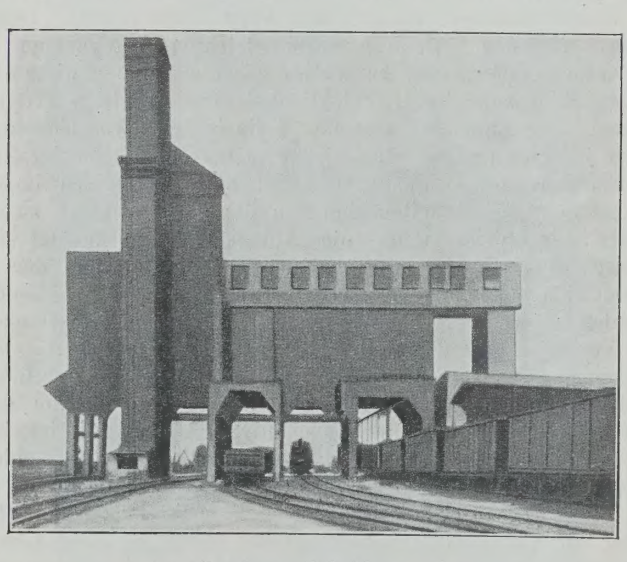
Eine Feststellung der verbrauchten Dampfmenge je geförderter Lösche konnte wegen Fehlens eines geeig Dampfmessers nicht gemacht werden. Es ist jedoch wohl weiteres ersichtlich, dafs diese Menge nur verhältnis gering ist, so dafs sie gegenüber den unvermeidlichen Ver der Lokomotive (z. B. an den Stopfbüchsen, durch Abkü der Feuerbuchse durch zu langes Stehen im Freien usw.) überhaupt vernachlässigt werden kann. Erheblicher ins Ge fallen wohl die Ausgaben für die notwendigen Ausbesser der Anlage, besonders nach der Neueinführung, wo noc ungeschickter Behandlung durch das Personal dieser Be tigungsgruppe gerechnet werden mufs. Eine genau za mäfsige Angabe ist jedoch auch hier nicht möglich.

Unter Berücksichtigung aller dieser Umstände kan einer Abzahlung der Anlage in 2 bis 3 Jahren gere werden. Dafs mit einer stärkeren Ausnützung der Anlag Wirtschaftlichkeit sich erhöht, ist ohne weiteres klar.

Die Anlage wird, als die erste ihrer Art, wohl noch Wandlungen und Verbesserungen durchmachen müssen, b allen Anforderungen entspricht. Die Vorteile der Absa der Lösche werden aber wohl dazu beitragen, dafs man an der Vervollkommnung weiter arbeitet; die vorwürfige empfiehlt sich für weitere Ausführungen vor allem durch Einfachheit.

Bemerkenswerte Bekohlungsanlage.

Die Reading-Eisenbahn erbaute im letzten Jahr zu Rutherford in Pennsylvanien eine Bekohlungsanlage aus Beton (siehe Abb.), welche in mancher Hinsicht wegen ihrer Einrichtungen zum Mischen und Messen der Kohlen von Interesse ist. Da sie an Stelle einer bestehenden veralteten Anlage aus Holz errichtet werden mufste, konnte sie nur in zwei Abschnitten erbaut werden; jedoch konnten schon mit der einen Hälfte in 24 Stunden 129 Lokomotiven abgefertigt werden, was ungefähr der jetzigen Belastung der alten Anlage entspricht.



Amerikanische Bekohlungsanlage.

Die Kohlenbunker haben ein Fassungsvermögen von 2000 t und bedienen sechs Lokomotivgleise. Die Einrichtungen zum Mischen, Brechen und Fördern der 112 t Kohlen in der Stunde sind doppelt vorhanden. An allen Gleisen kann die für einen Tender benötigte Menge von 8½ t in 2½ Minuten gleichzeitig abgegeben werden. Mit der Anlage ist auch eine Besandungseinrichtung verbunden.

Die zwölf Bunker von je 170 t Inhalt sind paarweise ob der Gleise angeordnet; von den beiden Gruben der Selbste dient die eine für Anthrazit, die andere für Gasflammkohle. Mischen der verschiedenen Sorten fallen die Kohlen in eine stellbaren Verhältnis über einen Brecher dem Zubringer f Eimerkette zu, welch letztere die Kohlen in die Hochbunker f wobei die einzelnen Becher durchschnittlich zu 97 v. H. gefüllt w Durch einen Nebenauslafs kann der Brecher umgangen werden, eine Zerkleinerung der Kohlen überflüssig wird. Die Mischeinri besonderer Bauart ergab eine so gute Vermischung der Sorte man eine beträchtliche Brennstoffersparnis im Lokomotiv erzielte. Jede der beiden endlosen Eimerketten läuft über d bringer zum Turm und über die Bunker zurück. Die 100 mit je 112 kg Inhalt werden durch von Hand einstellbare Ans über den zu füllenden Bunkern gekippt.

Zum Bekohlen der Lokomotiven ist der Öffnung am jedes Bunkers eine Wiegevorrichtung, eine Abschlufsklappe un Schüttrinne vorgeschaltet. Letztere gibt jedesmal eine Ton wenn sie in die Stellung zum Beladen gebracht wird. An der mechanischen Betätigung der Schüttrinne kann auch A von Hand treten. Zwei kleine Dampfheizkörper an jeder Au öffnung verhindern das Einfrieren; gegen herabfallende Kohle sie durch Bleche geschützt. Diese Anlage soll die erste sein, mit genauen Mefseinrichtungen versehen ist.

Die Besandungsanlage besteht aus zwei Schächten, von der eine den Aufzug für den nassen Sand enthält, währe andere den Behälter dafür bildet und etwa 300 t fafst. D kommende Sand fällt aus dem Selbstentlader in eine Grube dem zweiten Gleis, von wo ihn der Aufzug entweder den trocknern oder dem Nafsspeicher zuführt. Von ersteren gelan getrocknete Sand über Siebe durch die Schwerkraft in den Tr sandbehälter von 100 t Fassungsvermögen und von hier dur Hauptleitungen zu den sechs Gleisen.

Die ganze Anlage wird in der Regel von zwei Mann f der drei Bekohlungs- und Besandungsstellen und von d fünf Mann für jede der Kohlen- und Sandentladestellen einschl aller Nebenarbeiten bedient. Btz

Railw. Age, 1. Hälfte 1927, Nr. 7.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Münc
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
ftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
ahrgang 15. April 1927 Heft 7

Versuche mit einer Kesselspeisewasser-Vorwärmpumpe, Bauart „Dabeg".

Von Ing. J. Rihosek, Wien.

Hierzu Tafel 16.

ie Ausnützung der Abwärme aus dem Abdampf der otiven wird auf zwei Wegen erreicht, entweder durch chenerwärmung des kalten Speisewassers nach den Ver- von Knorr (Deutschland) oder Cail-Potonié (Frank- oder durch unmittelbare Berührung des kalten Speise- mit dem Abdampf in der Abdampfstrahlpumpe von lfe & Davies (England, verbessert durch die Firma riedmann in Wien), der Dampfpumpe von Worthington ka) und der Fahrpumpe der »Dabeg« A. G. (Österreich.) ie Rückgewinnung der Abwärme aus den Abgasen eben- r Vorwärmung des Speisewassers, wurde in den letzten hren versucht in Schweden von Arnberg, in Deutsch- on Werle und in Österreich vom Verfasser. Wenn ine befriedigende Vorwärmung des Speisewassers durch Abgasspeisewasser-Vorwärmer immer gelingt, so macht, dies die Erfahrungen in Österreich gezeigt haben, die ng der verhältnismäfsig engen und dünnen Rohre des mers im Betriebe Schwierigkeiten. Anfängliche Mifs- sollten jedoch nicht ganz abschrecken, sondern zu ver- en Bauarten der Vorwärmer Fingerzeige bieten. Eine ng der Rückgewinnung der Wärme aus Abdampf und n erstrebt der Vorwärmer von Borsig.

uch eine Hintereinanderschaltung von Abdampf- und orwärmer, zur weitgehendsten Rückgewinnung der Ab- der Dampflokomotive, ist das Ziel mancher Bestrebungen. abeg«-Maschinenfabrik A. G. (Wien) hat im Verein mit Iaschinenfabrik der Staats-Eisenbahngesellschaft eine otive erbaut, bei welcher diesen Bestrebungen dadurch ng getragen wird, dafs das Speisewasser, welches durch)abeg«-Lokomotivfahrpumpe gefördert wird, vor Eintritt Kessel noch einen Speisewassererhitzer durchströmt, aus Rohrschlangen besteht, die in die Rauchrohre des hineinragen. Dadurch wird das Speisewasser auf unge- 80 bis 200 ° C vor Eintritt in den Kessel erhitzt. Diese otive, eine E-h 2 Güterzuglokomotive, steht seit längerer it sehr gutem Erfolge im Betriebe.

uf die Möglichkeit einer hohen, bis an die Kesselwasser- atur heranreichenden Vorwärmung des Speisewassers hat hon seiner Zeit Maschinendirektor a. D. Dr. Ing. K. Schlöfs Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten- es 1921, Heft 48, hingewiesen. Ferner sind Patente von Willans und E. S. Luard (England) und R. House merika) auf ähnliche Konstruktionen aus dem Jahre 1916 t geworden.

lle bisher eingeführten Vorwärmer-Arten ergeben im etriebe einerseits für gleiche Leistung Brennstoffersparnisse, welche die Anlagen in wenigen Jahren abgeschrieben so dafs sich darauf reine Geldersparnisse einstellen, seits wird bei gleichem Brennstoffverbrauch eine be- che Leistungssteigerung der mit einem Vorwärmer aus- ten Lokomotive erzielt, was ein Herabgehen der Zug- ngskosten zur Folge hat.

Erkenntnis dieser Tatsachen hat die im Oktober 1923 fene Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen ntschlufs gefafst, die Vorwärm-Speisewasserpumpe der »Dabeg« im grofsen Umfange einzuführen, dabei jedoch ergleiche auch eine Anzahl von Lokomotiven mit der Abdampf-Strahlpumpe Bauart Metcalfe & Davies (Friedmann) und auch dem Knorr'schen Vorwärmer auszurüsten.

Über die ersten Versuche mit der »Dabeg«-Pumpe hat der Verfasser in der Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1924, Seite 226 — berichtet. Über spätere Versuchsergebnisse, mit einer theoretischen Untersuchung derselben, erschien in Glasers Annalen für Gewerbe- und Bauwesen 1925 Nr. 1158 Seite 112, Nr. 1162 Seite 188, 1926 Nr. 1169 Seite 73, von Zentralinspektor Ing. Plhak, Wien, und Prof. Dr. Igel, Berlin, unter dem Titel »Wärmewirtschaftliche Entwicklung der Lokomotive, unter besonderer Berücksichtigung von Versuchsfahrten einer mit »Dabeg«-Vorwärmer ausgerüsteten Lokomotive«, eine Abhandlung.

Im folgenden sollen diese Veröffentlichungen durch Mitteilung von Versuchsergebnissen ergänzt werden, welche mit einer »Dabeg«-Pumpe auf einem Prüfstand gefunden wurden. (Textabb. 1.) Die Versuche hatten den Zweck, über die Vorgänge während des Arbeitens der Pumpe Klarheit zu schaffen, die geförderten Wassermengen unter verschiedenen Verhältnissen sowie auch den Arbeitsbedarf zu messen. Die Untersuchung bezog sich auf eine, durch einen Elektromotor angetriebene Pumpe der Bauart S 120 und fand Ende 1924 und Anfang 1925 statt.

Die Pumpe war auf einem Betonsockel mit einem aus Flach- und Winkeleisen hergestellten Gerüst aufgestellt, auf welchem überdies die gekröpfte Welle für den Antrieb der Pumpe gelagert wurde. Eine Treibstange verband den Krummzapfen der Welle mit dem unteren Ende des Antriebshebels der Pumpe. Das eine Ende der Welle trug fliegend eine auswechselbare Riemenscheibe, welche durch einen Riemen von einem besonders verschiebbar gelagerten Elektromotor, von ungefähr 40 PS, angetrieben war. Durch entsprechende Auswahl der Durchmesser der Riemenscheiben des Motors und der Welle konnten verschiedene Drehzahlen der Antriebswelle, bzw. Hubzahlen der Pumpe erreicht werden. In der Nähe der Pumpe, in ähnlicher Lage zur Pumpe, wie auf der Lokomotive der Tender-Wasserkasten, war ein geeichter Behälter für das kalte Wasser aufgestellt, wogegen das warme Wasser über einen Windkessel nach einem höher gelegenen, ebenfalls geeichten Behälter gedrückt wurde. Der Windkessel war mit einem Wasserstandsglas, einem Druckmesser und einem gewichtsbelasteten Sicherheitsventil ausgerüstet. In der Dampfzuleitung, welche entweder mit Abdampf von Schmiedehämmern oder mit abgedrosseltem Frischdampf gespeist wurde, war ein Schieber eingebaut, der von dem Antriebsgestänge durch Zwischenhebel und Stangen hin und her bewegt wurde und den Dampf stofsweise, den Auspuff der Lokomotive nachahmend, dem Kondensator der Pumpe zuführte. Der Wasserstand in den Behältern wurde an Wasserstandzeigern abgelesen. Die Leistung des Elektromotors wurde durch elektrische Mefsinstrumente bestimmt. Für jede gewählte Drehzahl wurde der Arbeitsaufwand für den Leerlauf des Motors samt Vorgelegewelle bestimmt und dieser Wert von der gemessenen Gesamtarbeit, zur Festlegung der von der Pumpe zur Förderung des Wassers, samt Eigenwiderstand, verbrauchten Arbeit, abgezogen.

Jeder Versuch wurde in der Regel dreimal wiederholt, bei gleichen, oder nur wenig abweichenden Ergebnissen, wurde er als gültig erklärt.

Im Verlaufe der ersten Versuche ergaben sich manche Wahrnehmungen, welche zu einigen Verbesserungen der Pumpe führten. Als hauptsächlichste Änderung ergab sich die Umstellung des von der Stellung der Steuerung abhängigen Drehschiebers aus dem Weg zur Rücklaufleitung in den Weg zum Kondensator. Dies bedingte den Einbau eines federbelasteten Rückschlagventils in dem Weg zur Rücklaufleitung, wodurch es möglich ist, durch Änderung der Spannung der Feder dieses Ventiles, die Rücklaufmenge, somit auch die Fördermenge zu beeinflussen. Ferner wurde versucht, das Rücklaufrohr in der Nähe der Pumpe an die Saugleitung anzuschliefsen, was sich als durchaus möglich und empfehlenswert erwies. Dadurch kann die bisher ausgeführte lange Rücklaufleitung wegfallen.

Die Arbeitsweise der »Dabeg«-Pumpe (Textabb. 2) nach diesen Änderungen ist folgende. Der Antrieb der Pumpe erfolgt bekanntlich von irgend einer Stelle des Lokomotivtriebwerkes, entweder durch Kupplung des Antriebdoppelhebels H mit der

wird, somit die ganze angesaugte Wassermenge durc
Rücklaufrohr R zurückfliefst. Am Anschlufs des Rücklau
an die Pumpe ist das federbelastete Rückschlagven
eingebaut, in welchem durch Veränderung der Spannu
Belastungsfeder F eine Änderung des Strömungswiders
somit auch eine Änderung des Verhältnisses der zu- u
fliefsenden Wassermenge möglich ist. Durch das Dampf
wird der in einem Ölabscheider von mitgeführtem Öl ger
Abdampf dem Kondensator zugeführt. In diesem vereini
der Abdampf mit dem Kaltwasser, wobei ein Teil der
steinbildner ausfällt und wobei Kohlensäure ausgeschiede
die aus dem durch das Ablaufrohr A nach aufsen
Kondensator abströmen kann. Das auf 100 bis 110°
gewärmte Tenderwasser, vermehrt um das Niederschlag
aus dem Abdampf, fliefst der Warmwasserpumpe zu,
das warme Wasser in den Kessel drückt. Am Begin
Druckleitung sitzt das Sicherheitsventil S v. In der Saug

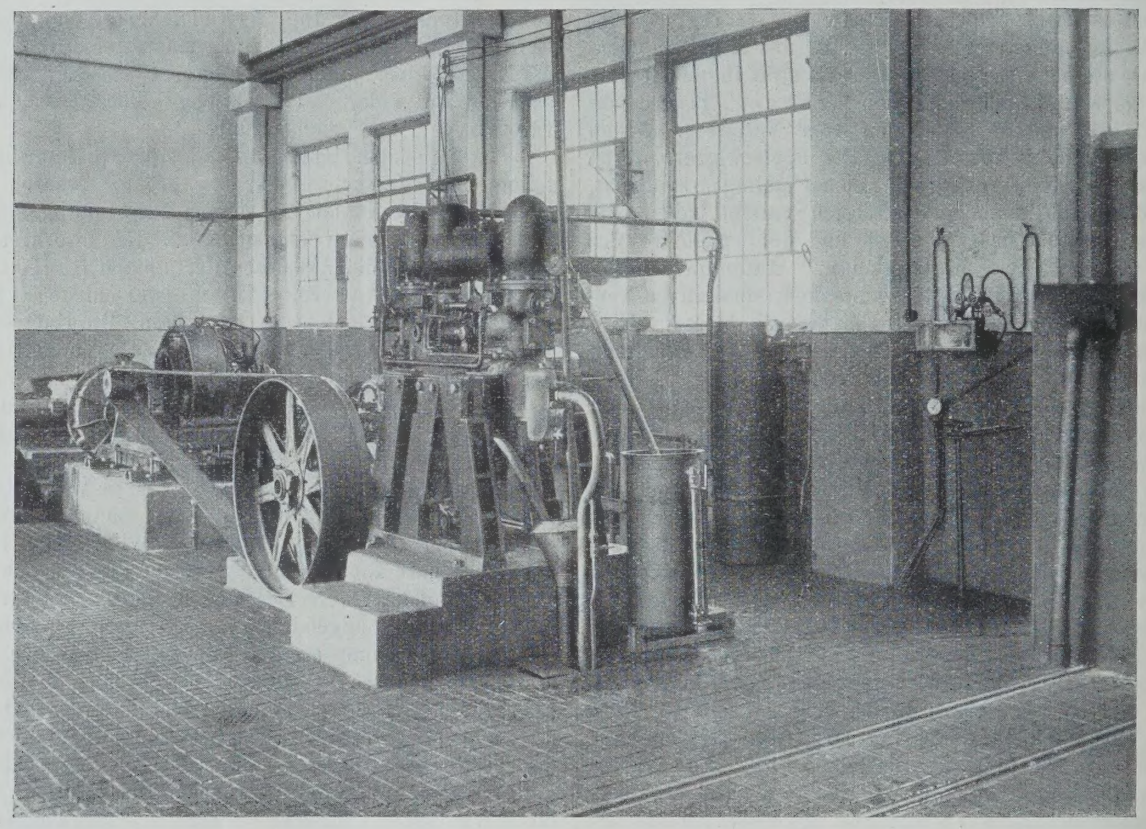


Abb. 1. Prüfstand mit „Dabeg"-Pumpe.

Exzenterstange, der Gegenkurbel der Heusinger-Steuerung, oder mit einer besonderen Gegenkurbel an einer Kuppelachse. Die Fördermenge des Speisewassers ist somit im allgemeinen abhängig von der Drehzahl der Triebräder. Um die Fördermenge jedoch dem jeweiligen Wasserverbrauch der Lokomotive anzupassen, ist die wesentliche Einrichtung der Pumpe derart, dafs die von der Kaltwasserpumpe ständig angesaugte Wassermenge zum Teil in den Kondensator gelangt, zum Teil jedoch wieder in die Saugleitung zurückfliefst. Das Verhältnis zwischen der in den Kondensator eingespritzten und der zurückfliefsenden Kaltwassermenge wird durch einen mit Schlitzen versehenen Drehschieber D s bestimmt, dessen Stellung durch eine Verbindung mit der Steuerwelle so geregelt wird, dafs bei jener Füllung, die für die gröfste Leistung der Lokomotive mafsgebend ist, die gröfste Wassermenge in den Kondensator spritzt, bei anderen Füllungsgraden diese Wassermenge sich verringert und schliefslich bei ganz ausgelegter oder auf »Mitte« stehender Steuerung Null

ist der Regulierhahn R h eingebaut, mit dem eine
Regelung der Liefermenge des Speisewassers durchführ
Um auch aufsergewöhnlichen Betriebsverhältnissen,
kurzen Steilrampen mit ganz ausgelegter Steuerung und
Regler gefahren wird, zu entsprechen, d. h. die Speis
Kessels mit der »Dabeg«-Pumpe zu ermöglichen, ande
aber das Kaltspeisen bei geschlossenem Regler zu ver
wird nach Wunsch ein dampfgesteuertes Ventil Vd ang
Dieses Ventil ist zwischen der Kaltwasserpumpe u
Kondensator angeordnet und durch eine Rohrleitung r
Dampfeinströmrohre der Lokomotive verbunden. W
Regler geöffnet, so strömt Dampf zu diesem Ventil un
es. Bei Schliefsen des Reglers wird es durch eine Fe
den Wasserdruck geschlossen gehalten. Dieses Ventil ve
also zuverlässig das Kaltspeisen bei geschlossenem Regl
unabhängig von der Stellung der Steuerung. Der Dreh
wird in diesem Falle lediglich zum Regeln der Wass

let und ermöglicht auch das Speisen bei ganz ausgelegter
ng.
If die Versuche mit einer »Dabeg«-Pumpe zurückkommend,
le bereits eingangs erwähnt, wie die Versuche durch-
wurden. In den Schaubildern Abb. 1 bis 9, Taf. 16 ist
eihe von Versuchsergebnissen in Form von Schaulinien
engetragen. Aus den Schaulinien für die bei verschiedenen
nlen gelieferten Wassermengen ist zu entnehmen, dafs
etwa 180 Umdrehungen der Triebräder in der Minute
npe mit sehr gutem volumetrischen Wirkungsgrad arbeitet,
dieser stark abnimmt, wobei bei 250 bis 280 Um-
gen ein Höchstwert der Liefermenge erreicht wird.
e gefundenen Werte sollen im folgenden dazu dienen,
prüfen, inwieweit die untersuchte Pumpengröfse für eine
nte Lokomotivgattung entsprechen würde, wobei fest-
n sein wird, wieviel Arbeit die Lokomotivdampfmaschine
n Antrieb der Pumpe zur Förderung der notwendigen
menge abgeben mufs, und wie hoch sich der Dampf-

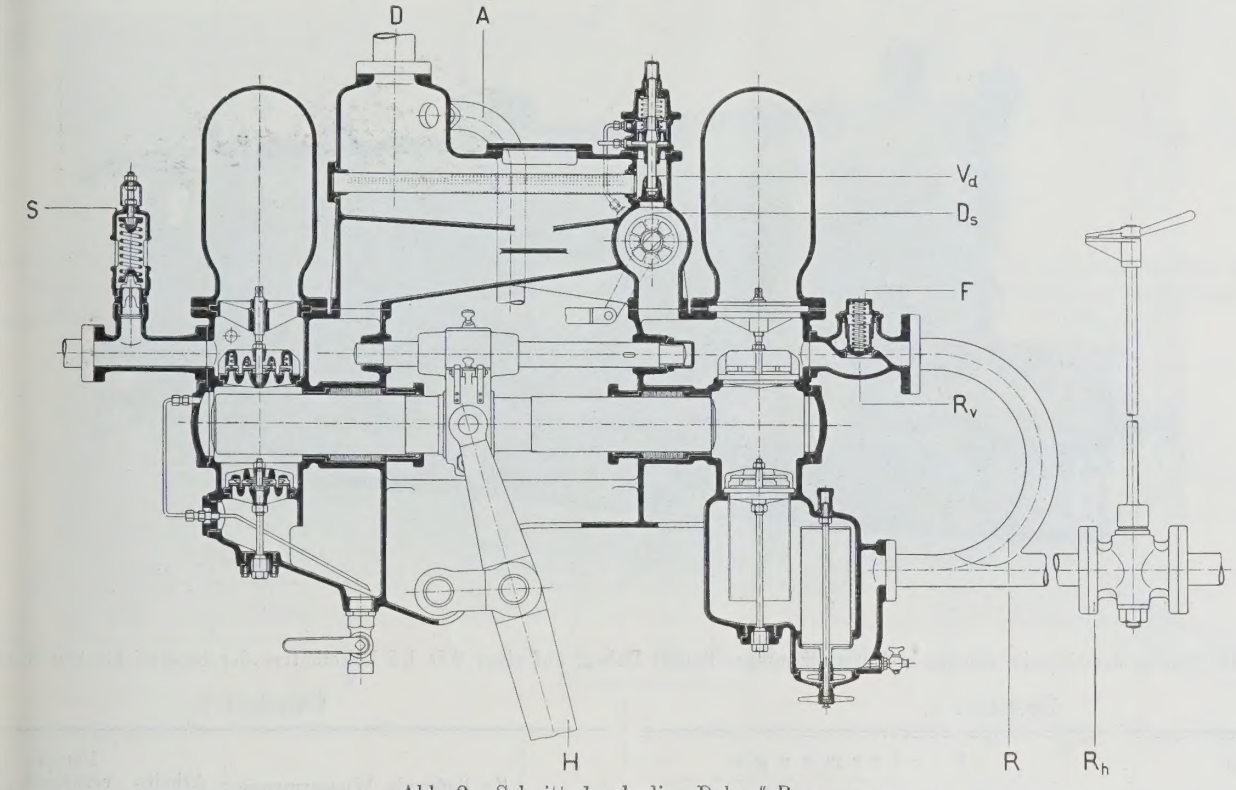


Abb. 2. Schnitt durch die „Dabeg"-Pumpe.

uch hierfür im Vergleich zum Dampfverbrauch der
otivdampfmaschine stellt.
ür das Beispiel wurde eine 2 C-h 2 Schnellzuglokomotive,
109, der ehemaligen Südbahn gewählt, die seinerzeit
nisterialrat Dr. R. Sanzin genau untersucht wurde und
Versuchsergebnisse in der Zeitschrift »Die Lokomotive«
Seite 193, von ihm veröffentlicht sind. Die von
anzin festgestellten Werte für den Dampfverbrauch der
otivdampfmaschine in PS_i/Std. bei verschiedenen Dreh-
und Füllungen $\left(\delta = \frac{D_m}{N_i}\right)$, sowie die Verhältniszahlen
n mittleren indizierten Druck zum Kesseldruck $\left(\frac{p_i}{p_K}\right)$
n dem Schaubild Abb. 6, Taf. 16 zusammengetragen.
, Taf. 16 zeigt den Verlauf der Leistung der Lokomotive
rschiedenen Geschwindigkeiten.
m feststellen zu können, ob die Pumpe für die ver-
enen Leistungen der Lokomotive genügend Wasser liefert,
mufs vorher der Wasserverbrauch der Lokomotive ermittelt werden.
Hierzu eignen sich die Krummlinien für $\frac{p_i}{p_K}$ Abb. 6, Taf. 16.
Bekanntlich ist $N_i = \frac{Z_i V}{270}$, und $Z_i = \frac{d^2\left(\frac{p_i}{p_K}\right) p_K \,.\, h^*)}{D}$. Aus
beiden Gleichungen rechnet sich $\frac{p_i}{p_K} = \frac{270\, N_i D}{d^2 p_K h V}$. In Übersicht 1
sind für die Geschwindigkeiten 20, 40, 60 und 80 km/Std.
die aus Abb. 8, Taf. 16 entnommenen indizierten Leistungen N_i
und die ausgerechneten Werte für $\frac{p_i}{p_K}$ eingetragen. Aus Abb. 6,
Taf. 16 ist zu ersehen, dafs diese Werte für $\frac{p_i}{p_K}$ annähernd
bei den Füllungen 44, 50, 47 und 46 v. H. erreicht wurden,
für welche aus den unteren Linien die zugehörigen Dampf-
verbrauchsziffern abzulesen sind. Die spezifischen Dampf-
verbrauchsziffern, vervielfältigt mit der indizierten Leistung,
$\delta \times N_i = D_m$, gibt den Dampfverbrauch der Lokomotivdampf-
maschine in einer Stunde.

Übersicht 1.

V km/Std.	N_i PS	$\frac{p_i}{p_K}$	Füllung %	δ kg	$D_m = \delta N_i$ kg	$D = D_m + 800$ kg
20	555	0,515	44	10,3	5716	6516
40	1110	0,515	50	9,6	10656	11456
60	1350	0,415	47	8,6	11610	12410
80	1420	0,328	46	8,3	11786	12586

Zur Ermittlung der Gesamtdampfmenge, die der Kessel
jeweilig liefern mufs, mufs noch eine Dampfmenge hinzu-
geschlagen werden, welche der Kessel für Nebenleistungen wie

*) Für die gewählte Lokomotive ist
$d = 550$ mm, $h = 650$ mm, $D = 1750$ mm, $p_K = 14$ atm.

für Bremse, Zugheizung, hergeben mufs und die mit rund 800 kg für eine Stunde eingeschätzt wurden. Übersicht 1 zeigt alle diese Werte.

Um die von der Pumpe gelieferte Wassermenge angeben zu können, mufs vorerst die Stellung des Drehschiebers D s bekannt sein. Sie entspricht

für die	Füllung	44 %	ungefähr	der Stellung	3/4
» »	»	50 %	—	» »	ganz offen
» »	»	47 %	ungefähr	» »	3/4
» »	»	46 %	»	» »	3/4.

Aus den Schaulinien Abb. 4, Taf. 16 sind nun für die betreffenden Umdrehungszahlen die Liefermengen abzulesen. In Übersicht 2 sind die Werte eingetragen. Da die von der Pumpe gelieferten Mengen warmen Wassers von einer Temperatur von rund 90 ° C im Raummafs (*l*), die Wasser- bzw. Dampfverbrauchsziffern in Übersicht 1 jedoch im Gewichtsmafs (kg) angegeben sind, so müssen erstere auf das Gewichtsmafs mit der Dichte des Wassers bei 90 ° C = 0,965 umgerechnet werden.

ergeben, wenn die von der Pumpe mit ungedrosseltem W zulauf gelieferte Wassermenge ins Auge gefafst wird. Na aber bei Geschwindigkeiten über 40 km/Std. gedrosselt w mufs, wenn der Gleichgewichtszustand zwischen Verbrauc Lieferung aufrechterhalten werden soll, so sind nur jene rungen der Pumpe in Rechnung zu stellen, die dem G wasserverbrauch des Kessels entsprechen. In Übersicht die, unter Berücksichtigung des früher Gesagten, errec Werte zusammengetragen.

Im Schaubild Abb. 9, Taf. 16 sind die Dampfverbr zahlen für den Betrieb der Pumpe in Vergleich zum G dampfverbrauch der Lokomotivdampfmaschine und der G wasserfördermenge gesetzt, welcher Vergleich zeigt, dafs Kesselspeisung mit warmem Wasser durch eine Fahrp Bauart »Dabeg« aufgewendete Dampfmenge 0,73 bis 0,95 v. H. des Dampfverbrauches Lokomotivdampfmaschine, oder 0,69 bis 0,8 der geförderten Gesamtwassermenge beträgt.

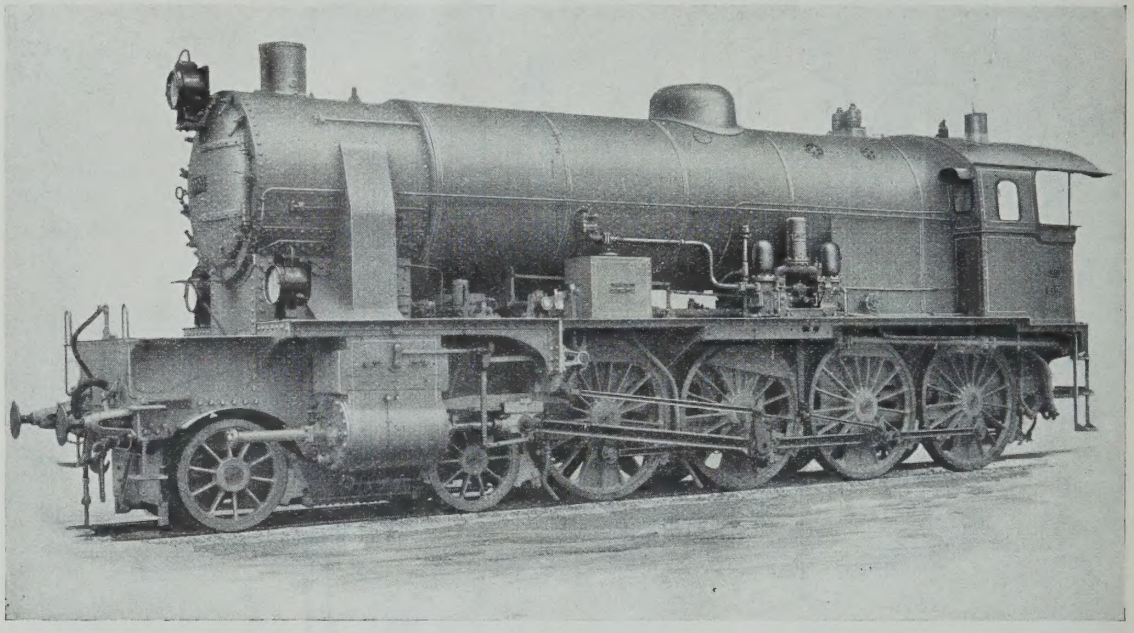


Abb. 3. Anordnung der Kesselspeisewasser-Vorwärmpumpe, Bauart Dabeg, auf einer 2 D - h 2 Lokomotive der österreichischen Bund

Übersicht 2.

Drehzahl für 1 Minute	V km/Std.	Liefermenge in 1 Sekunde in *l*	Liefermenge in 1 Stunde in *l*	Liefermenge in 1 Stunde in kg
60	20	1,7	6120	5906
120	40	3,6	12960	12506
180	60	4,5	16200	15633
240	80	4,7	16920	16328

In Abb. 7, Taf. 16 sind die Werte für den Gesamtwasserverbrauch des Kessels und für die Liefermenge der Pumpe zusammengetragen. Es zeigt sich aus dem Verlauf der Linien, dafs bei Geschwindigkeiten über 40 km/Std. die Pumpe mehr Wasser liefern würde als verbraucht wird. Dieser Überschufs mufs durch Drosselung der angesaugten Wassermenge durch den Regulierhahn Rh beseitigt werden. Dieser Überschufs sichert jedoch, dafs auch bei aufsergewöhnlichen Überlastungen der Lokomotive, der Kessel mit genügend Wasser durch die Fahrpumpe versorgt werden kann.

Der Arbeitsbedarf der »Dabeg«-Pumpe würde sich für die sekundlichen Liefermengen von 1,7, 3,6, 4,5 und 4,7 l aus dem Schaubild Abb. 2, Taf. 16 mit 5,2, 10,2, 13,0 und 13,8 PSi

Übersicht 3.

V km/Std.	Zu liefernde Wassermenge in 1 Stunde in kg	Zu liefernde Wassermenge in 1 Stunde in *l*	Zu liefernde Wassermenge in 1 Sekunde in *l*	Arbeitsbedarf der Pumpe in PS_i	Dampfverbrauch der Lokomotivdampfmaschine δ in kg PS_i/Std.
20	5906	6120	1,7	5,2	10,3
40	11456	11871	3,26	9,0	9,6
60	12410	12860	3,56	10,0	8,6
80	12586	13042	3,63	10,4	8,3

mit Dampfpumpen betriebenen Oberflächenvorwärmer hat Zeit Dr. Ing. L. Schneider, München den Dampfver der Lokomotivspeisepumpe mit 1,5 bis 3,0 v. H. des gefö Wassers festgestellt*). Da die »Dabeg«-Pumpe nur bis 1/3 dieses Wertes verbraucht, so erhellt daraus, d »Dabeg«-Pumpe gröfsere Kohlenersparnisse geben mu Vorwärmer, deren Pumpen mit Frischdampf betrieben

*) Siehe V. D. J. Zeitschrift 1918, Seite 315.

Aufsatz: Versuche mit einer Kesselspeisewasser-Vorwärmpumpe Bauart „Dabeg".

. 1. Größte Liefermengen bei
ßter Spannung der Feder F
s Rückschlagventiles R v.

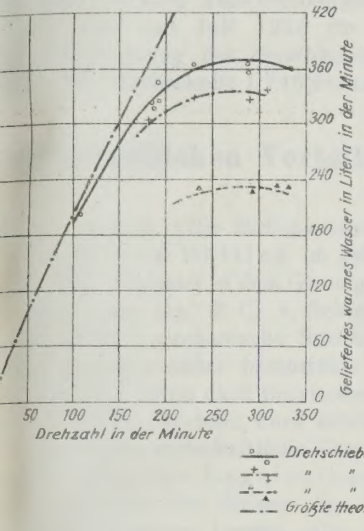


Abb. 2. Arbeitsbedarf in P S für den Betrieb der Pumpe bei verschiedenen Liefermengen.

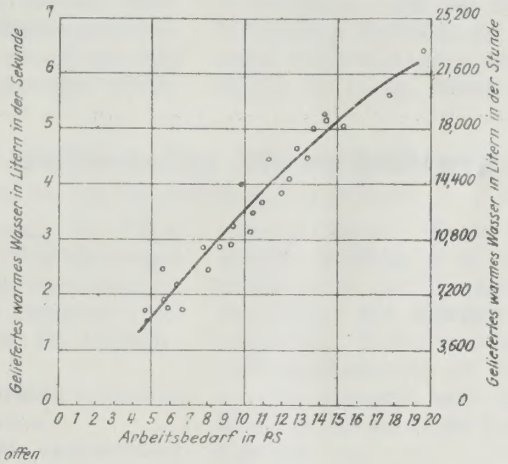
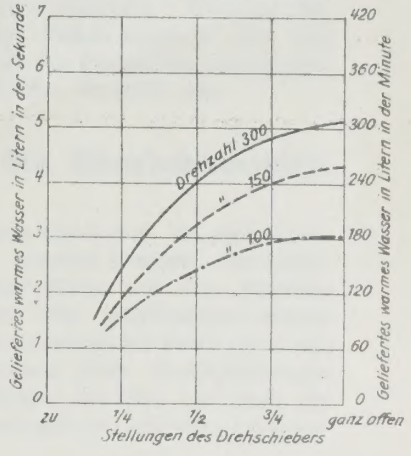


Abb. 3. Liefermengen für verschiedene Stellungen des Drehschiebers und der Drehzahlen 100, 150, 300.



. 4. Liefermengen bei mittlerer
Spannung der Feder F
des Rückschlagventiles R v.

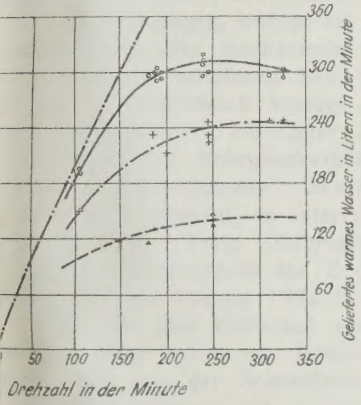


Abb. 5. Arbeitsbedarf für die leerlaufende Pumpe.

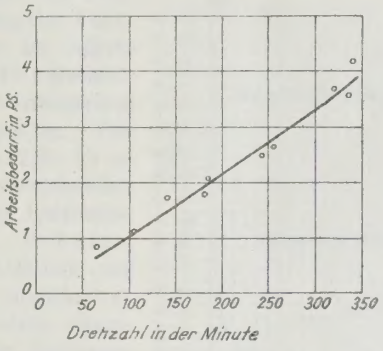
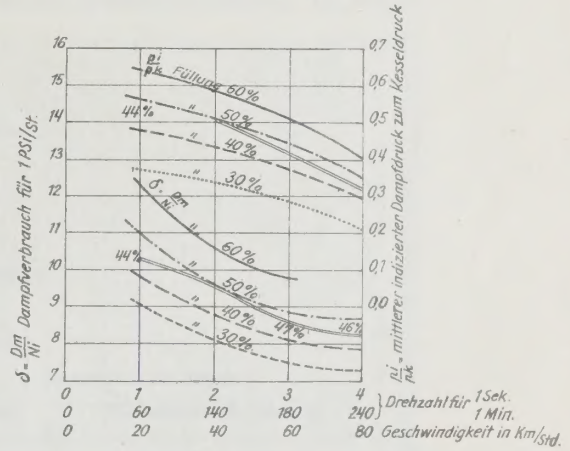


Abb 6. Schaulinien für Dampfverbrauch und mittleren indizierten Dampfdruck.



7. Gesamtwasserverbrauch——
und Wasserlieferung– – –
durch die Pumpe.

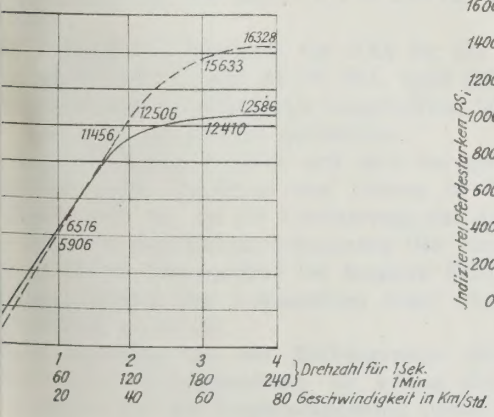


Abb. 8. Leistung der Lokomotive und Arbeitsbedarf der Pumpe in P S i.

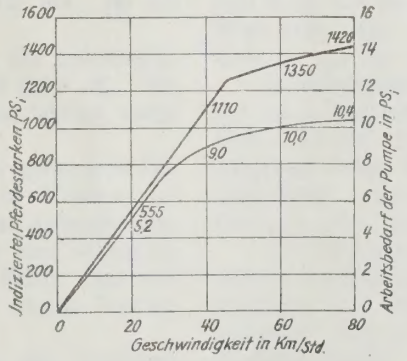
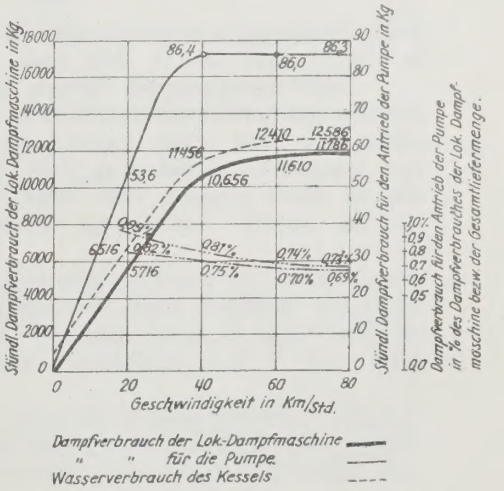
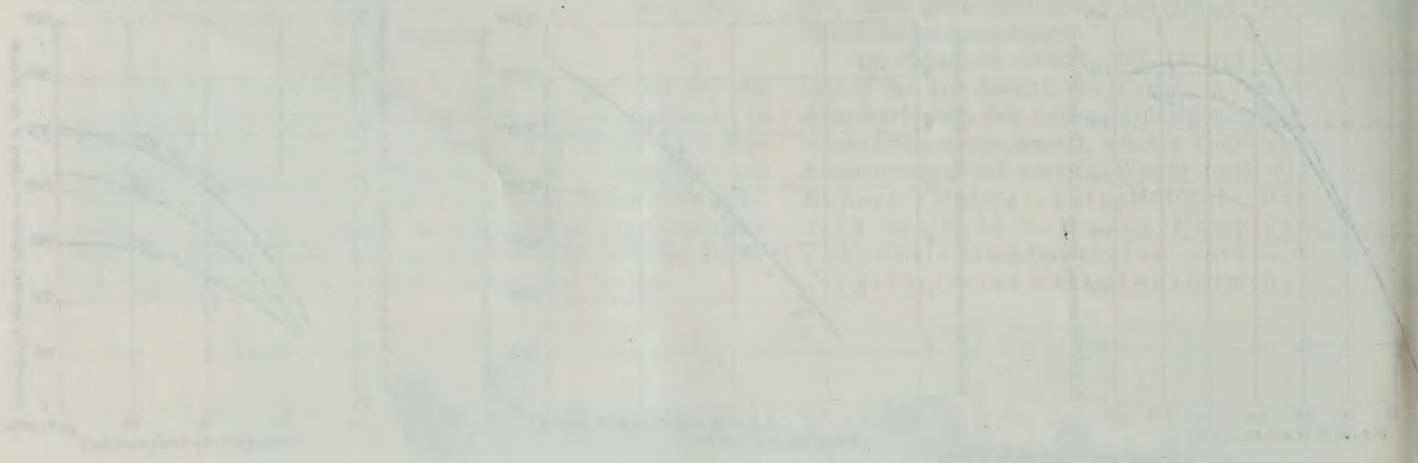
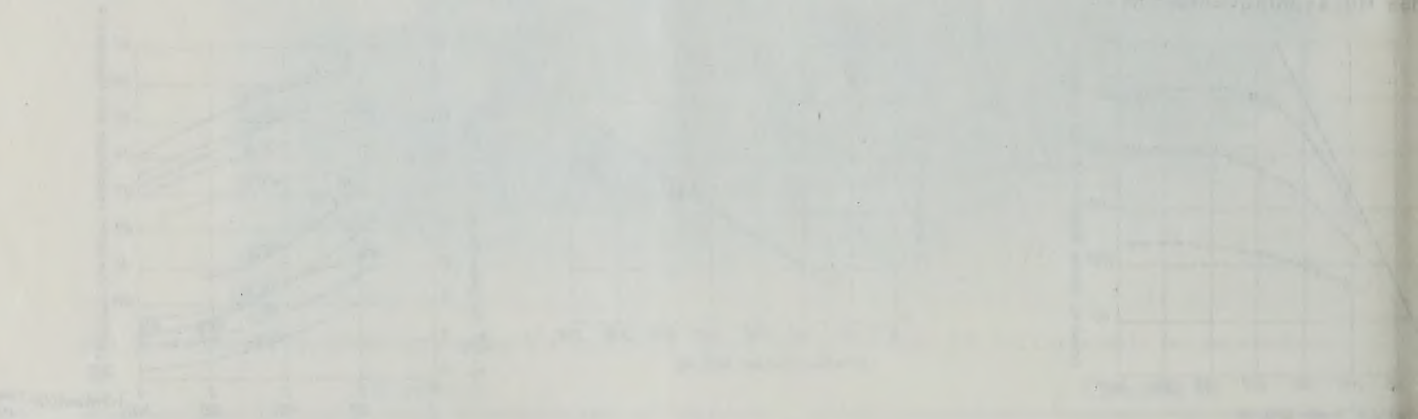


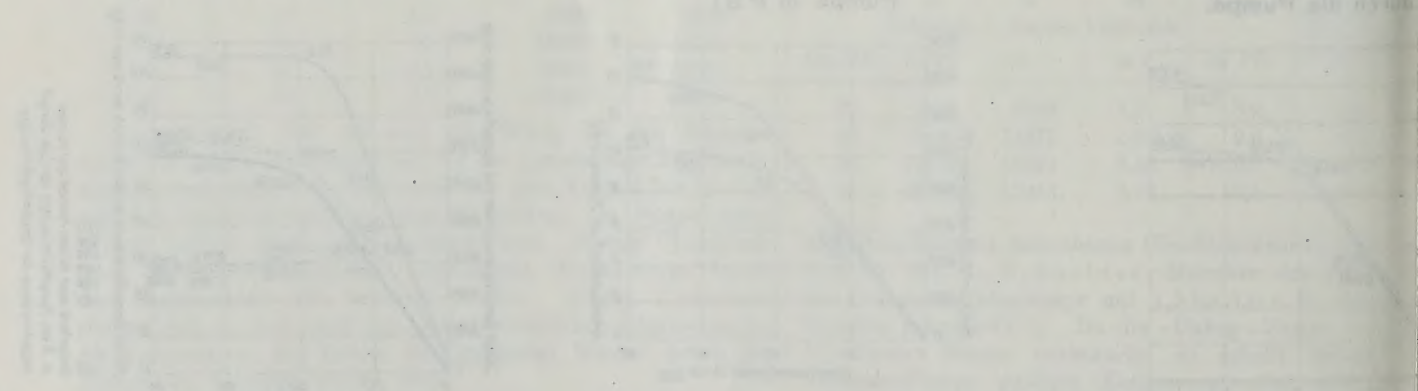
Abb. 9. Dampfverbrauch der Lokomotiv-Dampfmaschine für die Pumpe.



eidel's Verlag, München.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.







»Dabeg«-Pumpen sind derzeit rund tausend Stück im
be, davon achthundert Stück in Österreich und einhundert-
erzig Stück in Frankreich, die im allgemeinen vollauf
digen und die erwarteten Kohlenersparnisse geben. Auch
htlich der Erhaltungsarbeiten sind günstige Ergebnisse
worden. So sind z. B. bei fünfunddreifsig Stück der
2 Schnellzuglokomotiven Reihe 113 der österr. B. B.
Textabb. 3) nach Aufschreibungen in den Monaten März,
Mai, Juni und Juli 1926 für Instandhaltungsarbeiten
lieflich Packung der Stopfbüchsen für eine Pumpe und
Monat im Durchschnitt 1,746 Stunden aufgewendet worden,
wobei die Kosten an Löhnen und Baustoff, ohne Unkostenzuschlag, für tausend Lokomotivkilometer im Monat 1,61 Schilling betrugen.

Da die «Dabeg«-Pumpe unmittelbar vom Triebgestänge der Lokomotive angetrieben wird, so wurde im Laufe des Betriebes das Augenmerk auf die Abnützungen des Antriebgestänges der Pumpen selbst, sowie auf die diesen Antrieb vermittelnden Teile der Lokomotive gerichtet. Während des dreijährigen Betriebes der »Dabeg«-Pumpe zeigte es sich, dafs weder das Gewicht noch der Antrieb der Pumpe von nachteiligen Folgen für Lager, Bolzen und Zapfen begleitet war.

wirtschaftlichen Vorteile der mechanischen Lagerschmierung für den Eisenbahnbetrieb.

Von Dr. Ing **W. Friedrich**, Altrahlstedt.

In dem Aufsatz »Die Rollenkettenschmierung« von Ober-
t a. D. Franz Dütting im Jahrgang 1924 des Organs
e von dem Verfasser in dem Grundgedanken vorgeschlagene,
er Firma Dr. Ing. & C. A. Schneider in Frankfurt a. M.
ausgebildete mechanische Schmierung für die Achslager
Eisenbahnwagen näher beschrieben.

Im folgenden sollen nach inzwischen angestellten Versuchen
irtschaftlichen Vorteile kurz erörtert werden.

Der wichtigste wirtschaftliche Vorteil ist die nachweisbare
minderung der Lagerreibung besonders im Anfang
Bewegung, oder das Sinken der Reibungsziffer bis herab
$_{000}$ nach längerem Laufen, also auf den niedrigsten für
lager genannten Wert.

Nach den Messungen des Verfassers und des Eisenbahn-
alamtes Berlin an Güterwagen mit und ohne mechanischer
ierung in der Fahrt, sowie nach Berechnungen von Prof.
bel, Charlottenburg, beträgt die Verminderung des Fahr-
standes durch die mechanische Schmierung im Mittel
g/t. Bei einem beladenen 20 t-Wagen von 30 t Gesamt-
ht und 7 t Lagerdruck beträgt daher die Verringerung
Fahrwiderstandes für ein Lager $7 \times 0{,}4 = 2{,}8$ kg. Das
bei 40 km/Std. Fahrgeschwindigkeit $11 \times 2{,}8 : 75 =$
0,4 PS Leistungsersparnis. Da ein Rad unter vorstehenden
gungen 4 PS benötigt, so entspricht das einer Leistungs-
nis von 10 %. Vergl. Oberregierungsrat E. Schulze,
in der Sonderausgabe der Z. V. D. I. anläfslich der
bahntechnischen Tagung 1924 S. 185 »Über Gleitlager«:
Versuche auf dem Prüfstand und mit besonders ausge-
en Güterzügen haben uns bestätigt, dafs der Reibungs-
stand eines mit der Schneiderschen Schmiervorrichtung
rüsteten Güterwagens bis zu 10 v. H. geringer ist, als
eines Wagens mit der gewöhnlichen Polsterschmierung.
Ergebnis, das des Schweifses der Edlen wert ist.«

Ein Güterwagen läuft im Jahr 26 000 km oder bei 40 km Std.
schnittlicher Geschwindigkeit 650 Stunden. Die jährliche
ngsersparnis ist also $650 \times 0{,}4 = 260$ PS-Std. für die
büchse.

Bei einem Kohlenverbrauch von 2 kg für die Lokomotiv-
td. am Zughaken kostet die PS-Std. rund 0,05 ℳ. Die
sersparnis infolge verringerter Lagerreibung beträgt daher
$< 0{,}05 = 13$ ℳ für die Achsbüchse.

Die gleiche Ersparnis stellt sich auch bei geringerer Ge-
ndigkeit beim Rangieren und Fahren in Werken, bei
nbahnen usw. ein, da die Verringerung des Anfangswider-
es durch die mechanische Schmierung Olor eine wesentlich
e ist, als im Dauerzustand bei längerer Fahrt, und weil
Kohlenverbrauch der Lokomotiven unter diesen Verhält-
erheblich höher ist.

Nach Messungen an der Reibungswage des Verfassers
ndert sich die Lagerreibung im Anfang der Bewegung
en vierten Teil der Polsterschmierung (siehe Abb. 1); es
n daher bis zu 60 % Zugkraft beim Anfahren und Ver-
schieben gespart. Dieses Ergebnis findet sich im praktischen Betriebe bestätigt, z. B. ist das gesamte Personal des Eisenbahnbetriebes der August Thyssen-Hütte auf das leichtere Verschieben und Ablaufen der mit Olor ausgerüsteten Wagen eingestellt. Weiter benötigt die Gesellschaft für Teerverwertung, Duisburg-Meiderich zur Verschiebung ihrer Grofskesselwagen mit Menschenkraft nach dem Einbau von Olor nur noch ein Drittel der Leute, da der Fahrwiderstand sehr erheblich heruntergegangen war.

Es ist also infolge dieser starken Verminderung der Lagerreibung zu Anfang der Bewegung die Ersparnis an Zugkraft oder Lokomotivleistung beim Anfahren und Verschieben in Werken und Bahnhöfen bedeutend. Abb. 2 gibt ein gutes Bild dieser Vorgänge. Hat ein Wagen länger gestanden, und sind die Lager kalt, so ist die Achsschenkelreibung bei Polster

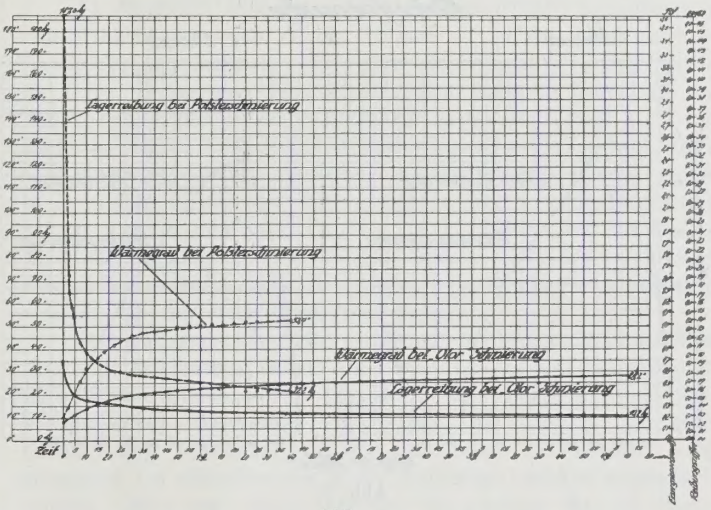


Abb. 1.

sehr hoch und erreicht, als Fahrwiderstand umgerechnet, einen Wert von 6 kg/t (vergl. auch Abb. 1), der rund doppelt so hoch ist, als der gesamte sonstige Bewegungswiderstand.

Nach längerer Fahrt sinkt die Achsschenkelreibung merklich auf einen Zugkraftwert von 1,3 kg/t (siehe linke und rechte Kurve in Abb. 2). Nur nach ganz kurzen Stillständen von höchstens einer Minute Dauer nach längerer Fahrt ist der zusätzliche Anfahrwiderstand unbedeutend. (Vergl. mittlere Kurve in Abb. 2.)

Bei der mechanischen Schmierung liegen die von der Lagerreibung herrührenden Widerstände beim Anfahren wesentlich niedriger und betragen höchstens 1,6 kg/t nach längerem Stillstand und bei kalten Achsbüchsen und 0,4 kg/t nach längerem Laufen.

Also beim Anfahren, sei es im Verschiebedienst in Werken oder Bahnhöfen oder beim Ingangsetzen der Züge nach Aufenthalten, bewirkt die mechanische Schmierung eine starke Ver-

minderung der Lagerreibung und damit des Fahrwiderstandes im Mittel um 2,5 kg/t. Rechnet man die Anfahr- oder Verschiebezeit mit drei Minuten, die mittlere Geschwindigkeit während dieser Periode zu 12 km/Std. oder 3,33 m/Sek. und die Zahl der jährlichen Anfahrbewegungen für den Wagen zu 1500, so werden im Jahr für die Achsbüchse bei

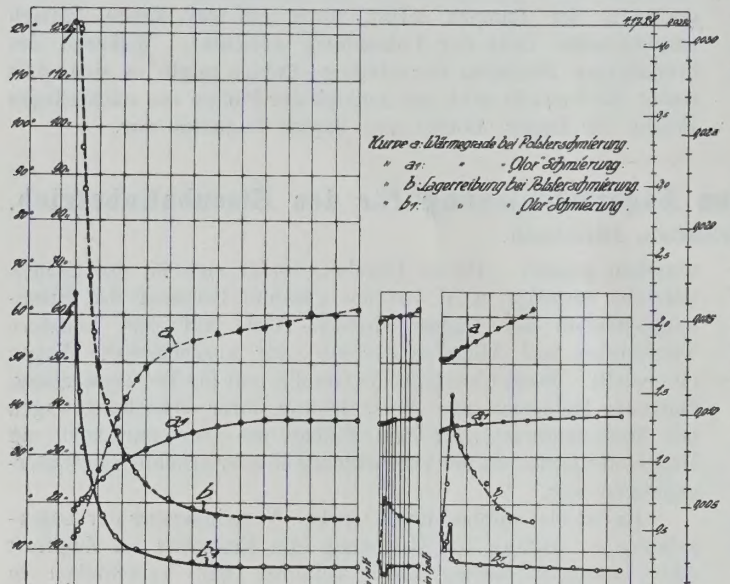


Abb. 2.

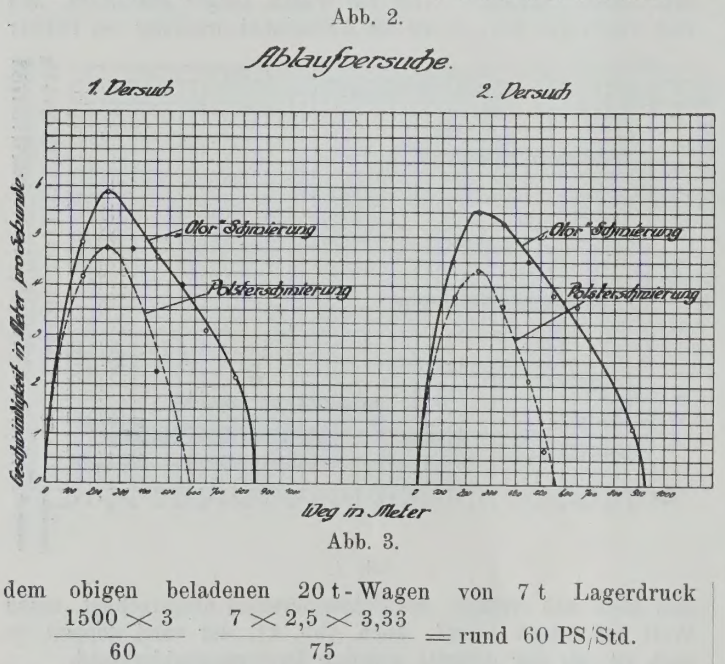


Abb. 3.

dem obigen beladenen 20 t-Wagen von 7 t Lagerdruck

$$\frac{1500 \times 3}{60} \quad \frac{7 \times 2{,}5 \times 3{,}33}{75} = \text{rund } 60 \text{ PS/Std.}$$

gespart, deren Kosten sich infolge der ungünstigeren Verhältnisse beim Anfahren auf $60 \times 0{,}075 = 4{,}50$ ℳ stellen.

Die aufserordentliche Verminderung des Anfangs-Fahrwiderstandes ist ferner von grofser Bedeutung für die Verbesserung des Ablaufbetriebes besonders im Winter. Prof. Blum (siehe Aufsatz »Verschiebebahnhöfe« i Werk »Eisenbahnwesen, Die eisenbahntechnische Tagu ihre Ausstellung 1924« S. 224) sind »die Hauptabla der Gradmesser für die Leistungsfähigkeit des ganzen hofes. — Kein Bahnnetz leistet mehr als die Hauptabla seiner mafsgebenden Verschiebebahnhöfe. — Es kom alles darauf an, die Leistungsfähigkeit der Hauptabla zu erhöhen.«

Das ist mit Hilfe der mechanischen Schmierung erreichen, soweit die Leistung durch schnelleres und im und Winter gleichmäfsigeres Ablaufen zu steigern ist. den langjährigen Erfahrungen der August Thyssen Hamborn, die fast ihren ganzen Wagenpark mit Olor rüstet hat, geht das Ablaufgeschäft in Verbindung Fröhlichschen Gleisbremse Sommer und Winter schn glatt von statten. Schlechtläufer gibt es bei Olor nicht übt keinen wesentlichen Einfluſs auf das Ablaufen aus, vorzeitiges Stehenbleiben der Wagen in den Spitz Richtungsgleise ausgemerzt wird.

Nach vorsichtiger Rechnung lassen sich im Jahr j büchse zwei Stunden an Verschiebe- und Ablaufzeit Olor sparen, oder 4 ℳ einschliefslich der sachlichen U

Sehr lehrreich sind in dieser Hinsicht Ablaufversu Holländischen Staatsbahn, die im Winter 1923/24 am berg Maarn mit Olor- und Polsterschmierung ausgeführt und deren charakteristisches Ergebnis in Abb. 3 da ist. Aus diesem Schaubild geht hervor, dafs der Wa Olor rund 50 % weiter lief als der Wagen mit Polsterschm Das heifst der Fahrwiderstand ist in diesem Falle dur auf $^2/_3$ oder um 33 % vermindert worden. Dabei 19. Dezember 1923 kein besonders kalter Tag. Bei Kälte kann die Widerstandsverminderung 60 % er Jedenfalls ist erwiesen, dafs der Ablaufwiderstand von mit Olorschmierung im Winter erheblich geringer ist, solchen mit Polsterschmierung und Sommer und Winter gleichbleibt, so dafs durch grofse Kälte hervorgerufene Stoc in Bahnhöfen vermieden werden können.

Ein weiterer grofser Vorteil der mechanischen Schm Olor liegt in der vorzüglichen Abdichtung der Ach gegen Ölverluste und Staub, die eine Zeitschmierung bis dreijährigen Zwischenräumen ermöglicht, Öl spart Abnutzung von Lager und Achsschenkel vermindert. festgestellt, dafs bei einjähriger Zeitschmierung an (Überwachung, Nachschmierung, Polsterwechsel) für jed büchse jährlich sechs Arbeitsstunden oder 6 ℳ erspart

Die Ersparnisse an Öl sind je nach der Wage Betriebsart verschieden, und liegen zwischen 2 und 5 die Achsbüchse jährlich. Bei einem Mittelwert vo werden also 2 ℳ erspart.

Die geringere Abnutzung der Lagerschalen und Achss die Verringerung der Heifsläufer infolge der rei Schmierung und Sicherstellung des Ölvorrates, endli Fortfall der Auswechslung der Polster und Staubrin weitere Vorteile, die sichere Ersparnisse bringen, wenn natürlich schwer ist, hier zahlenmäfsige Angaben zu

Auffrischung eiserner Oberbaustoffe.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **Kloevekorn**, Reichsbahnoberrat in Hannover.

Die Entwicklungsgeschichte des Eisenbahngleises ist, abgesehen von der Erhöhung der Achslasten und der Fahrgeschwindigkeit, mafsgeblich durch das Bestreben beeinflufst, den Oberbauteilen eine möglichst lange Lebensdauer zu geben. Ist doch die richtig geleitete Unterhaltung des Oberbaus zum beträchtlichen Teile ein Kampf, um die Stoffe in brauchbarem Zustande zu erhalten. War dann der Verschleifs tro Bemühungen doch soweit vorangeschritten, dafs die B sicherheit oder die Wirtschaftlichkeit der Unterhaltung trächtigt wurde, dann schritt man zur Erneuerung der abg Teile oder des ganzen Gestänges, womit meistens eine Vers des Gestänges, oft auch der Bettung verbunden war.

enen Altstoffe wurden gewöhnlich in Gleisen von unterneter Bedeutung wieder verwendet, soweit das möglich Schon seit Jahrzehnten bemühte man sich vielfach, bei Viederverwendung von Schienen diese damit zu verbessern, die in den Laschenkammern und Köpfen ausgeschlagenen n abgeschnitten und die verkürzten Schienen eingebaut en, bisweilen mit neuem, meistens aber wohl mit dem mehr oder minder stark verschlissenen Kleineisenzeug und da versuchte man, durch Beilagen (Füllstücke) die Verschleifs entstandenen schädlichen Lücken zu schliefsen. Beilagen sind jedoch nur ein schwacher Notbehelf, weil ie Verschleifslücken nur unvollkommen ausgleichen und Verschleifs selbst stark ausgesetzt sind (z. B. statt einer hleifsfläche nunmehr zwei usw.). Sie haben deshalb nur kurze Wirkungsdauer und werden in neuzeitlichen Betrieben r mehr verlassen oder sind schon ganz aufgegeben, da ein besserer Weg für den Ausgleich der Verschleifslücken en hat.

Bahnbrechend auf diesem Wege war der Geheime Baurat Vegner in Breslau, dem ein Verfahren für das Aufen von Laschen als D. R. P. 224635 patentiert wurde n 1911, Seite 53 und 1912, Seite 239 ff.). 1914 machte Wegner Vorschläge für das Auffrischen weiterer Oberile (Organ 1914, Seite 309 ff.). Der Krieg verhinderte, die Auffrischungsarbeiten erheblicheren Umfang annahmen allgemein durchgeführt wurden. Nach dem Kriege trat Verwaltung der Preufsischen Staatsbahnen wieder tatiger an die Aufgabe heran und zwar gezwungen durch Zustand, in dem die Gleise aus dem Kriege hervorgegangen n, und durch die Schwierigkeit, neue Oberbaustoffe zu ern.

Gefördert wurden die Bestrebungen einmal durch die ren Grundsätze planmäfsiger Gleispflege und andererseits n die organisatorischen Mafsnahmen, durch die eine schärfere bauwirtschaft bei den Direktionen und im Eisenbahnalamt erst ermöglicht wurde. Denn bei der planmäfsigen pflege wird unter anderem gefordert, dafs alle schädlichen räume bei der Durcharbeitung des Gleises auf das kleinste chbare Mafs herabgedrückt werden, dafs also die durch Verschleifs entstandenen Lücken beseitigt werden. Da bei vielen Oberbauanordnungen nicht oder nicht mehr ich ist, ergab sich von selbst der Wunsch, besser passende tzstücke einzubauen. Die Neuordnung des Oberbaudienstes en Direktionen schuf die Stelle, die imstande war, den schen und Anforderungen der Gleisunterhaltung nachdrückachzugehen und weitestgehende Befriedigung zu verschaffen.

Nachdem nunmehr ein gewisser Abschlufs in der Entung der Auffrischungsverfahren eiserner Oberbaustoffe einten ist, erscheint es angezeigt, über den Gang der Entung und den heutigen Stand zu berichten. Es empfiehlt dabei, die Schienen, die Eisenschwellen, die Laschen, die rlagsplatten, die Klemmplatten und die Schrauben hinlich der Technik des Auffrischens gesondert zu behandeln. Aufarbeitung der Weichen soll aufser Betrachtung bleiben, sie sehr von der Bauform der Weiche abhängt, wobei h bemerkt sei, dafs die Ausführungen über die Schienen, hen, Platten und Schrauben für die Weichen in gleicher e gelten wie für die Gleise.

1. Die Schienen.

Die Wiederverwendung alter Schienen mit herunternmerten Enden und ausgeschlagenen Laschenkammern ist in Gleisen von untergeordneter Bedeutung höchst unwirtlich, wenn der Stofs nicht wieder in einen tadellosen nd gebracht wird. Das Kürzen der Schienen, bei dem r Regel etwa 1 m Baulänge verloren geht, ist umständlich kostspielig, und bedingt die Verwendung neuer oder in die Form von neuen umgepreſsten Laschen. Nachdem es gelungen ist, alte Laschen in jede praktisch erforderliche Form umzupressen, ohne dafs die Güte des Stofses leidet, erübrigt sich das Kürzen der Schienen. Es empfiehlt sich, die Schienen ungekürzt zu verwenden, solange das Ende der Schiene noch gut erhalten ist und das heruntergebogene Ende durch eine geeignete Form der Lasche und durch die Verwendung von Breit- oder Doppelschwellen wieder aufzurichten.

In diesem Zusammenhange sei gleich die Erörterung der richtigen Form der Lasche vorweggenommen. Wenn an ausgeschlagenen Laschenkammern die Laschen durch Anziehen der Schrauben nachgespannt werden, mufs die Lasche den schwebenden Stofs herunterziehen; denn die Abnutzung der Schiene in der Laschenkammer und der Lasche an der Laschenanlagefläche schreitet am schnellsten voran in der Mitte der Lasche an den oberen Laschenanlageflächen. Beim Anspannen alter oder neuer Laschen an Schienen, die in der Laschenkammer ausgeschlagen sind, kommt also die untere Anlagefläche zuerst zur Berührung und drückt das Schienenende herab, bis die obere Anlagefläche zur Berührung kommt. Die von Wegner im Organ 1912, Seite 239 ff., empfohlene Fischbauchform der aufgepreſsten Lasche ist deshalb nicht zweckmäfsig, weil sie das Herabdrücken des Schienenendes noch verstärkt. Die Reichsbahn hat die Dachform eingeführt, die sich der Abnutzung der Laschenkammer besser anpafst und das Schienenende nicht herabzieht, sondern bei genügender Überhöhung der Laschenmitte in die Höhe drückt. Es kann sogar eine unten hohle, oben gewölbte Form der Lasche in Frage kommen, wie sie beispielsweise im Direktionsbezirk Hannover ursprünglich angewandt und nur wegen Einführung der Einheitsform verlassen wurde.

Es empfiehlt sich ferner, dem aufgefrischten Schienenstofs eine Überhöhung von 5 bis 10 mm zu geben, die sich im Laufe der Zeit verliert, sobald sich die Schiene und die Lasche zu voller Berührung zurechtgeschliffen haben. Denn da die Aufarbeitung der Laschen nicht für jeden einzelnen Stofs besonders erfolgen kann, sondern Reihenarbeit verlangt, die Stöfse sich aber verschieden abnutzen, pafst nicht jede Lasche genau in jede Laschenkammer satt anliegend hinein; die Berührung erfolgt nur an einzelnen Punkten oder Linien, bis die beiden Teile sich genügend abgeschliffen haben. Die Bolzen müssen deshalb bei aufgefrischten Laschen zunächst häufiger nachgespannt werden, bis die satte Berührung eintritt.

Das Auffrischen heruntergefahrener schwebender Stöfse läfst sich sehr erleichtern, wenn die Unterstützung des ursprünglich schwebenden Stofses durch eine Breit- oder Doppelschwelle verbessert wird. Allerdings pflegt dann die Lasche nur nach Umänderung brauchbar zu sein, da heute in Preufsen wohl allgemein bei schwebendem Stofse Z-förmige Laschen angewandt werden. Man mufs dann entweder die Laschen für den Breitschwellenstofs umarbeiten durch Fortnahme des herabreichenden Schenkels und durch Kürzung der Lasche bei langen Laschen mit sechs Löchern, oder man verwendet Laschen anderer, nicht mehr gangbarer Formen, gegebenen Falles nach Umarbeitung. Dieser zweite Weg hat den grofsen Vorteil, dafs nicht mehr gangbare Teile noch Verwendung finden können und dafs man gangbare Teile gewinnt, um das Auffrischen der Laschen an noch nicht umbaureifen Gleisen durchzuführen. Das Nähere hierüber siehe unter 3. Bei Verwendung nicht mehr gangbarer Formen ist Vorsicht am Platze, wenn die Schienen umgelocht werden müssen. Bei schwebendem Stofs können Schienenbrüche im Steg auftreten, wenn dieser für die am Schienenende auftretenden Querkräfte durch neue Laschenlöcher zu sehr geschwächt wird.

Bei der Verwendung alter Schienen in ungekürztem Zustande mit aufgearbeiteten Laschen bleibt noch zu beachten, dafs die Laschenkammern keine schädliche Abnutzung erfahren haben dürfen. Als schädlich ist jede Abnutzung der Laschenkammer

zu bezeichnen, bei der die Anlagefläche der Lasche im Schienenquerschnitt keine Gerade mehr bildet, sondern gekrümmt ist. Solange die Laschen im Gleis noch nicht am Schienensteg oder in den Abrundungen am Kopf und Fufs anliegen, nutzt sich die Anlagefläche so ab, dafs die abgenutzte Fläche parallel zur unabgenutzten bleibt. Kommt die Lasche aber am Steg zum Anliegen, dann erfolgt die Abnutzung der Laschenkammer in schädlicher Form, da sich die Anlagefläche im Querschnitt der Schiene hohl schleift. Es ist dann nicht mehr möglich, mit einer aufgefrischten Lasche zu arbeiten, da diese die Anlagefläche der Schiene nicht mehr satt berühren kann. Schienen, die soweit vernachlässigt sind, können nur nach Kürzung wieder verwendet werden.

Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, dafs es sich empfiehlt, alte Schienen stets in der Reihenfolge zu verlegen, in der sie vorher im Gleis gelegen haben, denn die Schienen nutzen sich vielfach ungleich ab, so dafs bei der Wiederverwendung an den Stöfsen Stufen entstehen, wenn nicht darauf geachtet wird, dafs die Schienen in der alten Reihenfolge verlegt werden. Vor dem Ausbau der Schienen müssen deshalb die Stöfse numeriert werden, indem man die Stofsnummer an jedem Ende der Schiene anschreibt. Beim Verladen dürfen die Schienen nicht ineinander gekantet werden, sondern müssen sorgfältig aufrecht, in einzelnen Schichten mit Zwischenlagen auf den Wagen gestellt werden. Dann ergibt sich beim Wiederabladen auf Strecke an der Verwendungsstelle die richtige Reihenfolge von selbst. In gleicher Weise mufs natürlich bei Zwischenlagerung verfahren werden.

2. Eiserne Schwellen.

Die eisernen Schwellen der Preufsischen Staatsbahnen zeigen, abgesehen von den Weichenschwellen, durchweg den Nachteil, dafs die Abnutzung sehr rasch vor sich geht. In manchen Fällen, in denen die Schwellen, in verhältnismäfsig kurzer Zeit, so stark durch Rost angegriffen werden, dafs Decke oder Schenkel siebartig durchlöchert sind, ist der Mangel offenbar auf ungeeignete Zusammensetzung des Stahls oder chemische Einwirkungen der Umgebung zurückzuführen. Im allgemeinen aber ist die schnelle Abnutzung an der Stelle der Schienenbefestigung aufgetreten und auf Mängel in der Form der Schwelle, in der Wahl der Schienenbefestigung und in der Behandlung des Gleises zurückzuführen. In diesen Fällen zeigen sich starke Abschleifungen der Schwellendecke, von den Löchern ausgehende Risse und Brüche der Schwelle. Der Mangel an neuen Oberbaustoffen zwang stellenweise dazu, auch abgängig gewordene eiserne Schwellen wieder verwendbar zu machen.

a) Noch einigermafsen gut erhaltene Schwellen werden versetzt neu gelocht, derart, dafs die 1., 3., 5. usw. Schwelle nach links, die 2., 4., 6. usw. Schwelle nach rechts verschoben wird. Wegen der ungleichen Unterstützung der beiden Schienen ist das Verfahren nur in ganz untergeordneten Gleisen anwendbar.

b) Die am Auflagern aufgetretenen Risse werden im einzelnen durch Schweifsung geschlossen. Das Verfahren ist teuer und unzuverlässig; für die Anwendung in gröfserem Mafsstabe werden die zuverlässigen Arbeitskräfte, die unbedingt erforderlich sind, nicht zu erhalten sein. Die Schwächung der Auflagerstelle, die durch die Schleifwirkung der Schiene entstanden ist, wird nicht beseitigt. Das Verfahren ist deshalb wieder verlassen worden.

c) Der Rand der Löcher, die in der Schwellendecke für die Befestigungsmittel eingestanzt sind, wird durch einen aufgeschweifsten Ring verstärkt. Das Verfahren ist noch nicht endgültig erprobt. Für stärker beanspruchte Gleise hat es sich bisher nicht bewährt. Die Schwächung der Schienenauflagerfläche wird nur in ganz beschränktem Umfange beseitigt. Dabei sind, soweit bekannt, folgende Wege eingeschlagen worden:

d) Die beschädigte Auflagerstelle wird herausgeschnitten und durch eine eingeschweifste oder aufgenietete Platte ersetzt. Das Verfahren hat sich als zu teuer erwiesen und nicht eingeführt.

e) Die beschädigte Auflagerstelle wird durch eine schweifste Platte verstärkt. Auch dieses Verfahren hat nicht einführen können, da sich dabei Schwierigkeiten dem Unterhaken der Hakenzapfenplatte ergeben. Auch das Verfahren zu teuer.

f) Die beiden Schwellenenden werden in verschiedener Länge aufserhalb der Auflagerstelle abgeschnitten und am anderen Ende des Mittelstückes wieder angeschweifst. So können neue Löcher in die Schwelle gestanzt werden und gesunde Stellen der Schwelle als Auflagerstelle der Schiene dienen. Das Verfahren hat sich anscheinend nicht einführen lassen. Es beläfst in den Schwellen die alten geschwächten Auflagerstellen der Schienen und mag dort zu Brüchen geführt haben. Auch wird das Verfahren reichlich teuer sein.

g) Aus zwei Mittelstücken abgängiger Schwellen wird durch Stumpfschweifsung eine Schwelle hergestellt. Die Schwellenenden werden so abgeschnitten, dafs die Schnitte an der einen Seite innen neben der zerstörten Auflagerstelle, an der anderen durch die zerstörte Auflagerstelle gehen. Das Mittelstück erhält dann ein zum Schweifsen geeignetes Ende, während das schlechte Ende zur Krampe umgebogen wird. Das Verfahren, das der Eisenbahnbetriebsingenieur Kühn in Weifsenfels angegeben hat (Organ 1921, Seite 137), und um dessen umfangreiche Einführung sich besonders Reichsbahnoberrat Lehmann in Halle verdient gemacht hat, scheint sich im allgemeinen in technischer Beziehung bewährt zu haben. Vergl. auch Gleistechnik 1922, Seite 93. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es nur anwendbar, wenn die Schwellen und der abfallende ofenfertige Schrott keine weiten Transportwege zurückzulegen haben, es sei denn, es müssen die unbrauchbaren Schwellen in der Richtung der Schienenbewegung zu befördern sind und die gewonnenen Schwellen keiner Rückbeförderung bedürfen. Die Grenzen für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens scheint hauptsächlich in der Transportweite zu liegen, wenn man von den gewonnenen Schwellen eine zweite Liegedauer in der Höhe von zwei Dritteln bis drei Vierteln der ersten Liegedauer erwarten kann. Die zweite Liegedauer ist allerdings noch nicht nachgewiesen. Auch der Zinssatz für den Kapitalaufwand und die Kosten für den Wiedereinbau der Schwellen spielen bei der Frage der Wirtschaftlichkeit eine gewisse Rolle. Der Anwendung des Verfahrens wird jedenfalls eine genaue Wirtschaftlichkeitsberechnung vorausgehen müssen.

3. Laschen.

Von allen Auffrischungsarbeiten eiserner Oberbauten dürfte dem Aufarbeiten der Laschen die gröfste Bedeutung zuzumessen sein, da von dem guten Sitz der Laschen die Lebensdauer des Stofses und damit auch in vielen Fällen die Lebensdauer der Schiene, des teuersten Einzelstückes unseres Oberbaues, sowie die der Stofsschwellen abhängt. Das Aufbringen der Stofslaschen soll den guten Schlufs der Laschen gewährleisten. Hierauf ist die Arbeit einzustellen.

Solange die Nachspannbarkeit der Laschen erhalten bleibt und solange die Laschen nachgespannt werden, bleiben die Anlageflächen im Schienenquerschnitt, wie oben erwähnt, in ihrer zu ihrer ursprünglichen Lage, so dafs die aufgefrischten Anlageflächen erhalten mufs, die der ursprünglichen Lasche im Laschenquerschnitt parallel sind.

Der Längenschnitt der Lasche richtet sich nach dem Abnutzungsgrad der Laschenkammer der Schiene, der am besten durch Messung der Abnutzung einer hinreichenden Anzahl von Schienen ermittelt wird. Bei der Festlegung der Form der aufzufrischenden Laschen ist auf genügende Aufrichtung heruntergehämmerter Stöfse Rücksicht zu nehmen.

Wegen der Auffrischung selbst wird auf die Abhandlung von Wegner verwiesen.

Wichtig ist die Beschaffung und Vorhaltung der

ıtslaschen für die Auffrischungsarbeit. Man kann bei ɔren Verkehrsverhältnissen und guter Gleisunterhaltung ımen, dafs die Laschen nach 10 bis 15 Jahren erstmalig frischt und bei längerer Liegedauer des Gleises nach ren 8 bis 12 Jahren nochmals aufgefrischt werden müssen. rgibt sich also im Beharrungszustande ein Jahresbedarf ɔtwa $^1/_8$ bis $^1/_{15}$ aller im Gleis vorhandenen Laschen für ährliche Auffrischung. Sind Rückstände nachzuholen, wie i Beginn der planmäfsigen Auffrischungsarbeit stets der sein wird, so ist der Bedarf natürlich etwas gröfser anımen. Hält man scharf auf den pünktlichen Einbau der en Diensstellen angelieferten Laschen, so kann damit geet werden, dafs der Bestand an Laschen etwa drei bis viermal hre umgesetzt wird. Hieraus ergibt sich, dafs man etwa is $^1/_{60}$ aller im Gleis vorhandenen Laschen als Überbestand ie Auffrischungsarbeit, den Einbau usw. vorrätig haben

Es ist bereits oben erwähnt, dafs man versuchen sollte, ı Überbestand durch Verwendung nicht mehr gangbarer ɔn (Stemmlaschen usw.), sowie durch Verwendung leichterer en bei Einrichtung des Breitschwellenstofses zu gewinnen. Der Einbau der Laschen, der im allgemeinen ein Anheben ɔtofses verursacht, mufs mit Vorsicht erfolgen. Es ist aus falsch, die Laschen einzubauen, wenn nicht das ganze gründlich aufgearbeitet wird. Namentlich neigen die ɔenrotten anfangs vielfach hartnäckig dazu, den gehobenen nicht festzustopfen. Die Folge ist, dafs die Laschen nstrengt werden und brechen. Die Stofsschwellen und eiden Nachbarschwellen müssen durchaus fest liegen. Die öhte Lage des Stofses verschwindet allmählich von selbst, l die Laschen sich eingefahren haben. Da die Laschen chienen sich zunächst nur in einzelnen Punkten und kleineren en berühren, müssen aufgefrischte Laschen anfänglich ɔr nachgespannt werden als die Laschen an neuem Gleis. rdnungsmäfsigem Einbau der Laschen unter gutem Stopfen ofsschwellen ist nicht zu befürchten, dafs die aufgefrischten en häufiger brechen als unaufgefrischte. Dies ist auch ndlich, da am aufgefrischten Stofs Schläge, wie sie unaufchte Laschen auszuhalten haben, nicht mehr vorkommen. ınt sei noch, dafs gelegentlich der Schwellenauswechslung ısammenhange die Auffrischung der Laschen eine gute chkeit bietet, vom schwebenden Stofs zum Breitschwellenüberzugehen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dafs das Wiederherstellen rochener Laschen möglich ist. Der Rifs wird zunächst Ausschmelzen erweitert und dann zugeschweifst. Bei ltiger Arbeit erhält die Lasche wieder die ursprüngliche ähigkeit. Das Verfahren ist jedoch ziemlich teuer und gt sehr sorgfältige, schwer zu überwachende Arbeit.

4. Die Platten.

Die offenen Unterlegplatten werden so aufgefrischt, dafs aum für den Schienenfufs auf die vorschriftsmäfsige Weite chränkt wird; desgleichen können die ausgeschliffenen nlöcher wieder auf die dem Schraubendurchmesser entende Gröfse gebracht werden.

Bei den Hakenplatten begnügte man sich anfangs damit, och für den Ansatz der Klemmplatte auf kaltem Wege ert auszustofsen und verstärkt gewalzte Klemmplatten auen. Eine Verbesserung brachte dann das Niederdrücken Niederschlagen des Hakens, und zwar zuerst auf kaltem

Am einfachsten ist es, den ausgeschliffenen Haken mit schweren Hammer niederzuschlagen, wobei ein Pafsstück Dicke des Schienenfufses unter den Haken gelegt werden Dieses Verfahren, das zunächst als sehr roh erscheinen ɔ, hat sich schliefslich in mehrjähriger Ansübung doch rt. Wenn die Hammerschläge nicht zu heftig sind, ist zu befürchten, dafs der Haken an- oder gar abbricht. Die Platte mufs zum Niederschlagen des Hakens ausgebaut sein. Als Ambofs kann allenfalls der Kopf der Fahrschiene benutzt werden, wenn die Arbeit auf der Strecke vorgenommen wird. Besser ist es, wenn ein besonderer Ambofs mitgeführt wird. Für die Arbeit auf dem Lagerplatz empfiehlt es sich, eine geeignet geformte Zange zu verwenden, die Platte und Pafsstück zugleich festhält. Es ist selbstverständlich, dafs die Arbeit nur gelegentlich einer vollständigen Gleiserneuerung, einer Schwellenauswechslung oder Schwellenverdübelung vorgenommen wird, wenn die Hakenplatten also ohnehin ausgebaut werden müssen.

In neuester Zeit werden die Hakenplatten in warmem Zustande so aufgearbeitet, dafs der Haken, der Sitz und Anschlag der Schiene und der Klammplatte und die Schraubenlöcher auf die ursprünglichen Mafse gebracht und somit alle schädlichen Abnutzungserscheinungen beseitigt werden. Das Verfahren ist zwar kostspielig, ermöglicht aber eine tadellose Wiederherstellung der Schienenbefestigung; auch bei Hakenzapfenplatten hat sich die Aufarbeitung in warmem Zustande zugleich unter Niederdrücken des Unterhakens als ausführbar erwiesen, wenn die Platten noch nicht zu dünn geschliffen sind.

Bei den Klemmplatten wird in heifsem Zustande der Anschlag für den Schienenfufs, der Anschlag für die Hakenplatte, die Sitzfläche der Schraube, die Aufsitzleiste der Klemmplatte und das Schraubenloch wieder hergestellt; in der Regel mufs der Abstand zwischen Schienenfufs und Anschlag an der Unterlegplatte durch Breitdrücken der Klemmplatte vergröfsert werden, um die Abnutzung der Hakenplatte auszugleichen.

5. Die Schrauben.

Mutterschrauben werden durch Geraderichten und Nachschneiden des Gewindes aufgearbeitet. Da dabei ein sehr genaues Aufpassen der Muttern nötig ist, um das sofortige oder baldige Schlottern und Ablaufen der Muttern zu verhindern, das Aufpassen der Muttern aber schwierig zu überwachen ist, wird die Aufarbeitung alter Mutterschrauben nicht vorteilhaft sein. Besser ist es, alte Mutterschrauben auf andere Formen umpressen und neu schneiden zu lassen.

Schwellenschrauben können gestaucht und dann mit einem neuen, angewalzten Gewinde versehen werden.

Ein erheblicher wirtschaftlicher Vorteil ist beim Aufarbeiten von Schrauben nicht zu erwarten, da die neuen Stücke nur einen geringen Preis haben und kostspielig aufzuarbeiten sind.

Die Kosten des Auffrischens ohne Ausbau und Einbau, Fuhrkosten und Stoffwert, jedoch frei Bahnwagen an der Auffrischungsstelle, betragen etwa

	Für das Stück	Für den Kilometer bei 12 m langen Schienen und 1667 Schwellen auf den Kilometer
	ℳ	ℳ
Für Herstellen einer eisernen Schwelle aus zwei alten Schwellen	1,70	2850
Für Schweifsen von Laschen bei einem Rifs	0,75	250
Für Schweifsen von Laschen bei zwei Rissen	1,15	385
Für Aufpressen einer Lasche	0,30	100
Für Aufpressen einer offenen Unterlagplatte .	0,18	600
Für Niederschlagen des Hakens bei einer Hakenplatte	0,02	67
Für vollständiges Auffrischen der Hakenplatte in heifsem Zustande	0,33	1111
Für Aufpressen einer leichten Klemmplatte .	0,015	50
Für Aufpressen einer schweren Klemmplatte	0,04	133

Die Kosten für den Kilometer nach vorstehender Zusammenstellung zeigen, dafs man das Aufpressen der Laschen und Klemmplatten und das Niederschlagen der Haken nie versäumen sollte, sobald es erforderlich geworden ist. Der Aufwand ist im Vergleich zu den Kosten an Löhnen für die Gleisunterhaltung so gering, dafs er immer gerechtfertigt ist.

Bevor man zum Schweifsen von Schwellen und angebrochenen Laschen übergeht, werden genaue Wirtschaftlichkeitsberechnungen nötig sein, die aufser den Kosten des Aus- und Einbaus, der Lade- und Fuhrkosten, des Stoffwertes auch den Kapitalbedarf berücksichtigen müssen.

Für das Aufarbeiten der Unterlagplatten und der Hakenplatten ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung kaum möglich, da der wirtschaftliche Vorteil des besseren Schlusses der Befestigungsmittel zahlenmäfsig nicht genau genug nachweisbar ist. Dementsprechend wird das Aufarbeiten der offenen Unterlagplatten und der Hakenplatten nur in einzelnen Bezirken vorgenommen, während andere es grundsätzlich unterlassen und sich mit dem Niederschlagen der Haken begnügen.

An Einrichtungen für die Auffrischungsarbeiten sind aufser Mefsvorrichtungen für die Ermittlung der Abnutzungsgrade hauptsächlich Glühöfen, Pressen und einfache Härtungsanlagen, bei gröfserem Betriebe auch geeignete Hebe- und Fördereinrichtungen erforderlich. Die Glühöfen sollten stets einen Dauerbetrieb ermöglichen. Die Pressen müssen so beschaffen sein, dafs der verschieden starken Abnutzung der einzelnen Stücke Rechnung getragen werden kann. Pressen mit begrenztem Hub sind nicht besonders geeignet, da bei diesen die verschieden starke Abnutzung nur durch Verwendung von Prefslinealen, und auch hierdurch nur in roher Form, ausgeglichen werden kann. Wasserdruckpressen arbeiten für den Massenbetri allgemeinen zu langsam. Die Behandlung der aufgefri Stücke während des Abkühlens mufs so erfolgen, dafs di nutzungsflächen wieder die Härte des neuen Stückes aufw

Für den Arbeitsplan erfordert die Verwendung aufgefri Stoffe deshalb besondere Mafsnahmen, weil die Stoff Gegensatz z. B. zum Gleisumbau, im allgemeinen nur in k Einzelposten, aber an fast allen Arbeitsstellen aufkomme dort gebraucht werden, wo Gleise gründlich aufgear werden. Es ist deshalb eine besondere Überwachung fü Verteilung und Sammlung der Stoffe nötig, wenn man etwa einen ganzen Jahresbedarf vorrätig halten will schärfster Verwaltung der aufgearbeiteten Teile und ebens Erfassung der abgenutzten, ausgebauten Stoffe wird ma dem Vorrat bis auf $^1/_3$ bis $^1/_4$ des Jahresbedarfs her gehen können.

Angesichts der beträchtlichen Ersparnisse, die die wendung aufgefrischter Stoffe durch Wiederherstellung festen Schlusses im Gleis ermöglicht, kann die grundsät Durchführung der Auffrischung, vornehmlich für die La und Klemmplatten, aber auch für die Hakenplatten nur dri empfohlen werden. Eine Gleisunterhaltung, die nicht mäfsig den festen Schlufs im Gleis durch alle vernün weise vertretbaren Mittel wieder herstellt, sondern sic auf Regeln der Spurweite, auf Stopfen und Richten besch mufs heute als rückständig angesehen werden; denn ein dessen Laschen und Klemmplatten aufgefrischt sind, g nicht nur um mindestens $^1/_2$ bis $^1/_3$ an Liegedauer von Durcharbeitung bis zur nächsten, sondern auch eine von Jahren an Gesamtlebensdauer.

Einteilung der Personenbahnhöfe.

Von Reichsbahnoberrat, Privatdozent Dr. **Karl Günther**, Aschaffenburg.

Hierzu Tafel 17.

Betrieb und Verkehr stehen in den Personenbahnhöfen oft in Widerspruch, was für den einen vorteilhaft ist, ist für den anderen hinderlich. Wenn nun auch die Rücksichten auf den Verkehr bei der Verkehrsanlage, wie sie ein Bahnhof darstellt, ausschlaggebend sein müssen, so ist es selbstverständlich, dafs ein grofser Verkehr nur von Bahnhöfen bewältigt werden kann, bei denen die Betriebsrücksichten restlose Erfüllung gefunden haben. Bei Widersprüchen gehen daher die Forderungen des Betriebes vor, umsomehr da sie die Sicherheit der Reisenden verbürgen. Die Einteilung erfolgt daher in erster Linie nach den Betriebsanlagen, in zweiter Linie nach den Verkehrsanlagen.

Die Kopfbahnhöfe, die wegen ihrer vielen Nachteile nur in Ausnahmefällen Anwendung finden dürfen, bleiben aufser Berücksichtigung.

Einteilung nach den Betriebsanlagen.

(Abb. 1, Taf. 17.) Hauptgruppen.

Die Grundlagen für die Bildung der Hauptgruppen liefert die Grundrifslage der Bahnlinien zueinander. Eine Linie kann sich in zwei Linien teilen, zwei Linien können sich kreuzen oder berühren. Diese Möglichkeiten bestehen ebenso für mehrere Bahnlinien. Hieraus ergeben sich sechs Grundformen.

Betriebsform I: Einfacher Teilungsbahnhof,
Betriebsform II: Einfacher Kreuzungsbahnhof,
Betriebsform III: Einfacher Berührungsbahnhof,
Betriebsform IV: Mehrfacher Teilungsbahnhof,
Betriebsform V: Mehrfacher Kreuzungsbahnhof,
Betriebsform VI: Mehrfacher Berührungsbahnhof.

Untergruppen.

Die Grundlagen der Einteilung nach Untergruppen bilden die Lage der einzelnen Gleise der Linien zu einander und die Art der Ausbildung ihrer Kreuzung.

Sobald die Vermehrung der beiden Hauptgleise einer eintritt oder in Bahnhöfen mehrere Linien nebeneinander ist von grundlegender Bedeutung, ob »Linienbetrieb« «Richtungsbetrieb« in der Gleisanlage zur Ausführung g Der Linienbetrieb ist ein einfaches Nebeneinanderlege Linien derart, dafs die beiden Hauptgleise jeder Linie weise beisammenliegen und die nebeneinanderliegenden in entgegengesetzter Richtung befahren werden. Beim Rich betrieb liegen die Gleise derselben Richtung nebenein die Gleise gleicher Richtung sind vereinigt.

Ferner entsteht ein Unterschied, je nachdem die Kreu der Hauptgleise in Schienenhöhe ausgeführt sind, »sch gleiche« Bahnhöfe, oder durch ein Bauwerk mittels Überw der Gleise vermieden sind, »schienenfreie« Bahnhöfe.

Aus diesen Möglichkeiten ergeben sich die vier Untergr

Untergruppe A: Schienengleicher Linienbetrieb,
Untergruppe B: Schienenfreier Linienbetrieb,
Untergruppe C: Schienengleicher Richtungsbetrieb
Untergruppe D: Schienenfreier Richtungsbetrieb.

Einteilung nach den Verkehrsanlagen.

(Abb. 2, Taf. 17.) Hauptgruppen.

Die Grundlage für die Bildung der Hauptgruppe die Grundrifslage der Gleise und des Bahnhofgebäu einander. Hiernach werden fünf Hauptgruppen unterse

Verkehrsform I: Seitlich liegendes Gebäude,
Verkehrsform II: Seitlich liegendes Gebäude mit den A ungsräumen und in der Mitte liegend bäude mit den Wartesälen und den räumen,
Verkehrsform III: In der Mitte liegendes Gebäude,
Verkehrsform IV: Quer liegendes Gebäude,
Verkehrsform V: Beiderseits liegende Gebäude.

Abb. 3

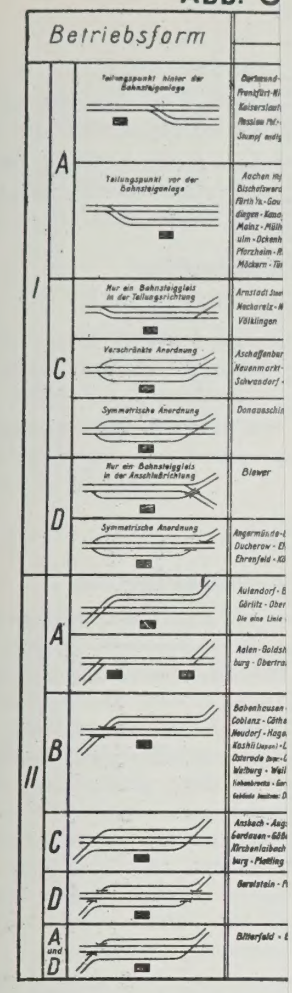
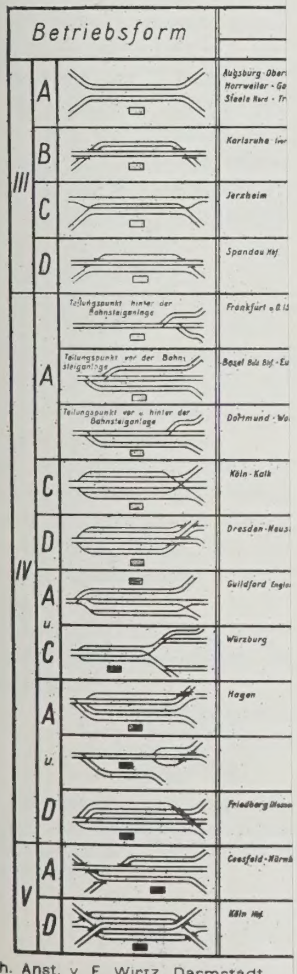


Abb. 4.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 3. Ausführungsbeispiele.

Betriebsform			Verkehrsform I	II	III	IV	Bemerkungen
I	A	Teilungspunkt hinter der Bahnsteiganlage	Dortmund-Derstfeld · Düsseldorf-Rath · Duisburg-Meiderich Süd · Elze · Frankfurt-Niederrad · Glauchau · Greschwitz · Hohenheim · Jüterbog Hptbf. · Kaiserslautern · Kempen · Meiningen · Neustrelitz · Remagen · Riesling · Rosslau Pbf · Schönebeck · Schöneback · Steinplatz · Wolfenbüttel Braunschweig · Stumpf endigende Gleise: Leinefelde · Nördlingen · Nordhausen · Riesa	Oppeln		Düsseldorf-Derendorf	Neue Ausführungsbeispiele: Belgard · Brieg · Cassel · Dessau · Frankfurt 7/8 · Liegnitz · Rastatt · Rastatt · Saalfeld · Soest · Stargard · Vitten · Wittenberg
		Teilungspunkt vor der Bahnsteiganlage	Aachen Hbf · Aalen · Appenweier · Bamberg · Bentschen · Biblis · Bischofswerda · Dessau · Dittersbach · Ebenhausen bei · Frankfurt Main · Fürth i/B. · Gau Algesheim · Gleiwitz · Hagenow-Hargarten · Hörde · Jmmendingen · Kenaugawa Lippe · Kattowitz · Karnwestheim · Lampertheim · Leutzsch · Mainz · Mülhausen Els. · München-Gladbach · Neisse · Neufahrn Nds. · Neuulm · Ockenheim · Offenburg · Oldenburg · Osterburken · Peiskretscham · Pforzheim · Radolfzell · Rastenfeld · Scherfelde · Stargard · Stettin · Thorn · Möckern · Türkismühle · Vendenheim · Wetzlar · Stumpf end. · Schwainfurt	Beuthen OS · Rostock	Altenkirchen · Augsburg · Hochzell · Betzdorf · Biedenkopf · Biegenbrück · Bergisgwerk · Flüh · Gotzen · Görz · Goldschlirf · Gunters hausen · Hofgeismar · Hohenstadt · Kalscheuren · Kreuzberg · Lohendorf · Mayz · Neuss · Nau · Pattensteine · Rietersheim · Rheinau · Sigmaringen · Sulzbach · Uelzen · Usedom · Usedrück · Uerzburg · Salzbergen · Dresdorf · Wallingen · Warburg · Wanzleben · Zwickau		Crefeld · Dirschau · Dortmund · Görlitz · Halle · Heusdorf · Lissa · Neuenkirchen · Oppeln · Oschersleben · Passewalk · Rhaine
	C	Nur ein Bahnsteiggleis in der Teilungsrichtung	Arnstadt Stumpf · Bochlae · Düsseldorf-Derresheim · Disleben · Hellerup · Neckarelz · Neckargemünd · Radldorf · Schifferstadt · Soest · Solingen · Völklingen				Angermünde · Crönthe · Cyrtthalmen · Glogau · Hamm · Königszelt · Kohfurt · Kreuz · Minden · Randsammen · Saarbrücken · Wittenberge · Wanzleben
		Verschränkte Anordnung	Aschaffenburg · Bayreuth · Charlottenburg · Halberstadt · Mainz Süd · Neuenmarkt · Wirzberg · Obertraubling · Ritschenhausen · Rosenheim · Schwandorf · Wiesau · Würzburg		Jagstfeld		
	D	Symmetrische Anordnung	Donaueschingen · Erlenberg · Irrenlohe · München Gutbf.				
		Nur ein Bahnsteiggleis in der Anschlußrichtung	Biewer				
		Symmetrische Anordnung	Angermünde · Berlin Schlesischer · Bischofsheim Hessen · Cannstatt · Corbetha · Ducherow · Ehrang · Flieden · Gera Ubstadt Hptbf. · Gmünd · Karthaus · Köln · Ehrenfeld · Köln Süd · Langendreer · Weimar · Zeitz		Silberhausen · Dresden Hbf.		
II	A		Aulendorf · Bruchsal · Frankfurt Süd · Freiberg i/Sa · Germersheim · Görlitz · Obermodern · Lublinitz · Rawitsch · Straßburg i/E. · Würth · Die eine Linie mündet Kopf: Jngolstadt Hbf. · Mannheim · Mühldorf		Arnsdorf Sa · Döbeln · Frendenberg · Hameln · Lauban · Passewalk · Wesel		
			Aalen · Goldshöfe · Güstrow · Lalendorf · Laude · Königshofen · Regensburg · Obertraubling · Schwandorf Jrrenlohe · Saltbergen · Rheine				
	B		Babenhausen · Benningen Lmc · Bödesheim · Dromersheim · Bratten · Coblanz · Cöthen · Deutsch-Eylau Hbf. · Eichenberg · Freiberg Sa · Groß-Auheim · Neudorf · Hagenau Els. · Heidelberg · Homburg Pfalz · Jüterbbitzel · Gifhorn · Kaschl Lippe · Lage · Landau Pfalz · Melun Ehrenbreit. · Neusalz · Ohligs · Osterode Ostpr. · Ostrowo · Ringelheim · Rothfliess · Rahland · Schöneweide · Warburg · Weil · Leopoldshöhe Brückenform: Güsstrin · Güterglück · Hebebrücke Bentra · Gerta Lauenb. · Klein-Quast · Osnabrück · Stmwarda · Warbig. Zwei gemeinsame Gleise beginnen: Dalitzsch · Dornberg · Groß Lgrus · Oldesse · Osterwarda · Pförta · Radefeld	Düsseldorf Hbf.			
	C		Ansbach · Augsberg · Blumenberg · Börsaum · Celau · Donauwörth · Gardessen · Göhnitz · Graudenz · Grevenbroich · Gunzenhausen · Karow · Kirchenlaibach · Laskowitz Wstpr. · Markt Redwitz · Mizwalde · Neubranden · berg · Pfaffing · Schowian Bezirksd.		Bad Kleinen · Crailsheim · Königszell · Viernenburg		
	D		Gerolstein · Palm · Harrison Hptbahnhof New. (N.J.) · Löbau Westpf.				
	A und D		Bitterfeld · Eerlscourt Engl. Westl.				

Abb. 5. Ausführungsbeispiele.

Betriebsform			Verkehrsform I	II	III	IV	Bemerkungen
I	IA und IIA		Frankfurt · Rüdelheim				
	IA und II AB		Standal				
	IA und IIB		Bensdorf · Bremen Hbf. · Buchholz Han. · Saargemünd	Magdeburg Hbf.	Keilbahnhof · Vohwinkel Jaselbahnhof · Hamm Hbf (im Umbau) · Hanau Usf. · Posen · Rheine · Schneidemühl		
II	IA und II BC				Güsten		
	IA und II BCD				Heuss		
	IC und IIB				Bielighelm		
I und III	IA und IIIA		Karlsruhe Hbf · Bad Münster 7/St.				
I und VI	IA und VIA		Pasing				
II	IIB und IIIA		Münster i/W.				
und III	IIB und IIID		Mülheim 7/Rh.				
	ID und IID		Darmstadt Der Kreuzungsbahnhof wird durch die kopfmachenden Bahnlinien gebildet				

Zum Aufsatz:

Einteilung der Personenbahnhöfe.

Abb. 4. Ausführungsbeispiele.

Betriebsform			Verkehrsform I	II	III	IV	Bemerkungen
III	A		Augsburg · Oberhausen · Bad Kreuznach · Gemünden · Gensingen · Horrweiler · Goldstein · Heilbronn · Oels · Rastatt · Saaralben · Steele Ruhr · Treuchtlingen · Walden		Chemnitz Süd · Darsten · Konitz · Rheydt · Sarau · Vernfeld · Wittenberge		
	B		Karlsruhe Umbau				
	C		Jerxheim				
	D		Spandau Hbf				
IV	A	Teilungspunkt hinter der Bahnsteiganlage	Frankfurt a. O. Stumpf. end. · Oberlichtenstein				Chemnitz · Haupel · Washington
		Teilungspunkt vor der Bahnsteiganlage	Basel Bad. Bhf · Eutingen · Freilassing · Hannover · Husum · Saalfeld	Hildesheim · Horburg			
		Teilungspunkt vor u. hinter der Bahnsteiganlage	Dortmund · Worms		Kohlfurt		
	C		Köln · Kalk		Lehrte		
	D		Dresden · Neustadt				
	A u. C		Guildford England		Dirschau Kreisbhf.		
			Würzburg				
	A u. D		Hagen			Hamburg	
					Altenbeken		
	D		Friedberg Hessen				
V	A		Gestfeld · Kürnberg	Brückenform · Falkenberg · Jüngferwasser · Dorsten	Gottbus · Halle (Saale) · Pilsen		
	D		Köln Hbf.				Saarbrücken

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 2.

Verkehrsanlagen.

Hauptgruppen
Grundlagen der Einteilung
Grundrißlage der Gleise und des Bahnhofgebäudes zu einander

5 Hauptgruppen

I Seitlich liegendes Gebäude
II Seitlich und in der Mitte liegendes Gebäude
III In der Mitte liegendes Gebäude
IV Quer liegendes Gebäude
V Beiderseits liegende Gebäude

Zusammensetzungen

I und IV Seitlich und quer liegendes Gebäude

Untergruppen
Grundlagen der Einteilung
Höhenlage der Gleise und des Bahnhofvorplatzes zu einander

3 Untergruppen

A Gleise gleich hoch gelegen wie Bahnhofvorplatz
B Gleise höher gelegen wie Bahnhofvorplatz
C Gleise tiefer gelegen wie Bahnhofvorplatz

Zusammensetzungen

A und B Gleise gleich hoch u. höher gelegen wie Bahnhofvorplatz

Abb. 1.

Betriebsanlagen.

Hauptgruppen
Grundlagen der Einteilung
Zwei Linien mehrere Linien teilen sich kreuzen sich berühren sich

6 Hauptgruppen

I Einfacher Teilungsbahnhof
II Einfacher Kreuzungsbahnhof
III Einfacher Berührungsbahnhof
IV Mehrfacher Teilungsbahnhof
V Mehrfacher Kreuzungsbahnhof
VI Mehrfacher Berührungsbahnhof

Zusammensetzungen

I und II Vereinigter einfacher Teilungs- und Kreuzungsbahnhof

Untergruppen
Grundlagen der Einteilung
Lage der Gleise im Grundriß
Linienbetrieb
Richtungsbetrieb
Lage der Gleise im Aufriß
Schienengleiche Kreuzungen
Schienenfreie Kreuzungen

4 Untergruppen

A Schienengleicher Linienbetrieb
B Schienenfreier Linienbetrieb
C Schienengleicher Richtungsbetrieb
D Schienenfreier Richtungsbetrieb

Zusammensetzungen

C und D Schienengleicher und schienenfreier Richtungsbetrieb

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Untergruppen.

Für die Bildung der Untergruppen ist die Höhenlage der und des Bahnhofplatzes zueinander maßgebend.

gruppe A: Gleise gleich hoch wie der Bahnhofplatz gelegen,
gruppe B: Gleise höher als der Bahnhofplatz gelegen,
gruppe C: Gleise tiefer als der Bahnhofplatz gelegen.

Ausführungsbeispiele.

(Abb. 3, 4 und 5, Taf. 17.)

Mit den sechs Ziffern I mit VI und den vier Buchstaben D lassen sich die Betriebs- und Verkehrsanlagen jedes ofes irrtumsfrei bezeichnen.

Zusammengesetzte Formen werden durch die Ziffern und taben der Haupt- und Untergruppen, aus deren Vereinigung stehen, bezeichnet.

Die Abb. 3 und 4, Taf. 17 geben eine Übersicht über ausgeführte Anlagen.

Beispielsweise gibt für den Bahnhof Aschaffenburg die Angabe I C; I A an, daß sich die Linie von Würzburg in die Linien nach Darmstadt und Frankfurt a. M. mit schienengleichem Richtungsbetrieb teilt, ferner daß das Bahnhofgebäude seitlich, Bahnhofplatz und Gleise in gleicher Höhe liegen.

Eine zweckmäßige Einteilung der Bahnhöfe bietet die hilfreiche Hand, sich in diesem umfangreichen Gebiete in einfacher Weise zurecht zu finden. Die bis jetzt für die getrennten deutschen Staatsbahnen giltigen Anweisungen und Vorschriften für das Entwerfen der Bahnhöfe und ihrer Sicherungsanlagen müssen für die deutschen Reichsbahnen eine Neubearbeitung erfahren. Es wäre von Nutzen und zu begrüßen, wenn diese Neuausgabe sich auch mit der Einteilung der Bahnhöfe befassen würde.

Aus amtlichen Erlassen der Vereinsverwaltungen.

Normblätter für Anstrichmittel der Österreichischen Bundesbahnen.

Unabhängig von der auch bei den Österreichischen Bundesn in Arbeit befindlichen allgemeinen Normung hat die ldirektion der Österreichischen Bundesbahnen zum 1. Juli Normblätter für Anstrichmittel herausgegeben. rer Einführung zu diesen Normblättern weisen die eichischen Bundesbahnen selbst darauf hin, daß diese e sich gegenwärtig noch in starker Entwicklung befinde, iedene Streitfragen der Lösung noch harrten, so daß Normblätter als starres, unveränderliches Ganzes nicht hen seien, vielmehr das Fundament bilden sollten, auf m der weitere Ausbau erfolgen könne.

Die Normblätter stellen das Ergebnis engster Zusammender Österreichischen Bundesbahnen mit Vertretern bahnr und bahnfremder Verbraucher und Erzeuger dar.

Dem Einkauf der Anstrichmittel sollen künftig lediglich Normblätter zugrunde gelegt werden, der Einkauf auf angeforderter Muster soll damit im allgemeinen hinwerden. Den Lieferern gehen bei Ausschreibungen die lätter nicht besonders zu, es ist vielmehr deren Sache, ie Sammlung der Normblätter zu beschaffen.

Die Anstrichmittel fallen unter die »Warenhauptpe A« des Warenbuches der Österreichischen Bundesn und zwar bilden sie die Warengruppe A 5, die wiederum eilt ist in die Warenuntergruppen:

A 51: Bindemittel, Verdünnungen usw.
A 52: Farbkörper, (Trockenfarben)*),
A 53: Ölfarben,
A 54: Eisenschutzfarben,
A 55: Öllacke,
A 56: Emaillelackfarben und schwarze Lacke,
A 57: Isolierlacke,
A 58: Spirituslacke,
A 59: Verschiedenes.

n den Warenuntergruppen sind die Sorten (Artikel) durch Ziffern besonders gekennzeichnet, und zwar bedeutet nter dem Bindestrich der Warenuntergruppen erscheinende Ziffer vor dem Punkt die Preisgruppe, die Ziffer nach Punkt die Ordnungszahl innerhalb der Preisgruppe, z. B. — 01. 1. Leinöl.

Für jede Sorte ist ein besonderes Normblatt mit der ernbezeichnung der Sorte aufgelegt, das in gleicher lfolge enthält:

1. Verwendungszweck,
2. Lieferbedingnisse,
3. Verpackung,
4. Aufbewahrung,
5. Prüfung und Übernahme,
6. Verrechnungseinheit.

Die für alle Sorten einer Warenuntergruppe gemeinsamen Bestimmungen sind jeweils in einem oder mehreren besonderen Normblättern zusammengefaßt, die zur Unterscheidung von den Normblättern der verschiedenen Warensorten das Wort »Blatt« statt des Bindestrichs tragen, z. B. »Normblatt zur Warenuntergruppe A 53, Blatt 1«.

Das Normblatt zur Warengruppe A 5, Blatt 1 enthält das Verzeichnis aller bisher aufgelegten Normblätter, Normblatt zur Warengruppe A 5, Blatt 2 die »Bundesbahn-Farbtafel«, Normblatt zu Warengruppe A 5, Blatt 3 »Allgemeines über die Prüfungs- und Übernahmebestimmungen«, A 5, Blatt 4 »Anleitung zur Musterentnahme«, A 5, Blatt 5 »Sicherheitsvorschriften für die Verwendung bleihaltiger Farben und Kitte«, A 5, Blatt 6 »Merkblatt für die Verwendung bleihaltiger Farben und Kitte«.

Zu den Normblättern der einzelnen Warensorten selbst ist noch besonders zu bemerken, daß die Prüfungsbestimmungen als wichtigster Teil der Normung mit größter Sorgfalt und unter Berücksichtigung der neuesten Forschungsergebnisse ausgearbeitet wurden, die Prüfung und Übernahme im allgemeinen zu geschehen hat nach den unter 2 jeden Normblatts als »Lieferbedingnisse« angegebenen Bedingungen und nach der einschlägigen Literatur (Handbuch der Lack- und Firnisindustrie von Emil Zieke und Dr. Hans Wolff, sowie nach Professor Dr. D. Holde usw.). Die Wahl der Pigmente, Binde- und Verdünnungsmittel, Farbtöne usw. stützt sich auf die im Laufe der Zeit bei den Ö. B. B. erzielten Erfahrungen, die unter anderm darin ihren Ausdruck finden, daß z. B. Lithopone als nicht unbedingt lichtverläßlich und wetterbeständig einheitlich durch Zinkweiß ersetzt, als indifferentestes Streckungsmittel in erster Linie Baryt vorgeschrieben, Terpentinöl als Verdünnungsmittel aufgelassen und durch das billigere, zweckentsprechende Lackbenzin ersetzt wurde. Erwähnenswert ist auch, daß vorgeschrieben wird, daß für Probenanstriche flache Malpinsel mit geschliffenen Borsten in Blechzwinge einer bestimmten Größe, einer von der Ö. B. B. bestimmten Firma zu verwenden sind. Die Normblätter zu Warenuntergruppe A 53, Blatt 1 »Allgemeines und Prüfung der Ölfarben« und auch A 54, Blatt 1 und A 52, Blatt 1 sehen vor, daß die Lichtbeständigkeit neben der Erprobung mit natürlichem Licht auch noch versuchsweise mit der Wechselstrom-Quarzlampe von Dr. Bach zu prüfen ist, um Grundlagen für die Zulässigkeit und Verläßlichkeit einer solchen Schnellprüfung zu erlangen und diese bei günstigem Ergebnis einzuführen.

Normblatt zu Warenuntergruppe A 54, Blatt 1 enthält:

) Die Österreichischen Bundesbahnen sehen hiernach die Beng auch von Farbkörpern (Trockenfarben) vor, wohingegen utsche Reichsbahn-Gesellschaft die Anstrichmittel nur noch fertig bezieht.

»Allgemeines, Prüfungs- und Haftungsbestimmungen der Eisenschutzfarben«. Diese sehen eine Haftung des Erzeugers (Lieferers) auf die Dauer von fünf Jahren, gerechnet vom Tage der Fertigstellung des Kontrollfeldes, vor. Unter Kontrollfeld sind hierbei Teile des Anstrichobjektes zu verstehen, die unter genauer Kontrolle von im Anstrichwesen geschulten Bahnorganen gestrichen und sichtbar hervorgehoben werden.

Die Prüfungsbestimmungen für Öllacke, Emaillelackfarben und Isolierlacke finden sich in den Normblättern zu Warenuntergruppe A 55, Blatt 1, A 56, Blatt 1 und A 57, Blatt 1.

Die Prüfung der Öllacke (A 55, Blatt 1) erstreckt sich auf Streichfähigkeit, Trockenzeit und Härte; Verlauf, Glanz und Schleifbarkeit; Elastizität bzw. Sprödigkeit sowie auf chemische Prüfungen, wie Bestimmung des Lösungsmittels und des Lackkörpers.

Für Emaillelackfarben (A 56, Blatt 1) ist vorgeschrieben die Prüfung auf Aufrührbarkeit; Kornfreiheit; Streichfähigkeit, Deckkraft, Trockenzeit, Härte, Licht-, Laugen-, Säurebeständigkeit und Waschbarkeit; Verlauf, Glanz und Schleifbarkeit; Farbton; Elastizität bzw. Sprödigkeit und chemische Prüfun wie Bestimmung des Lösungsmittels, Lackkörpers und Farbkörpers.

Bei Isolierlacken (Blatt 57, Blatt 1) hat sich die Prü zu erstrecken auf: Trockenzeit, Korn- und Schlierenfrei Durchschlagfestigkeit, Wasserbeständigkeit, Rifs- und P freiheit, Säure-, Öl- und Spritzölbeständigkeit; Elastizität Sprödigkeit sowie auf die chemischen Prüfungen, wie Bestimm des Gehalts an Mineral- und trocknenden pflanzlichen Ölen, Säurezahl, Jodzahl usw.

Die Normensammlung »Anstrichmittel«, die allein Grundlage für die Beschaffung aller Anstrichmittel Österreichischen Bundesbahnen gilt, kann bezogen we vom Materialmagazin Wien-Ost, Wien X, Hintere Südl strasse Nr. 2*). Ar

*) An Private wird nur die vollständige Sammlung A gegeben und zwar zum Preise einschliefslich Mappe S. 20.—. E blätter zum Preise von 20 g werden nur an Besitzer der g Sammlung abgegeben. Die Farbtafel kostet S 2.—.

Berichte.

Allgemeines.

Kraftwagenverkehr.

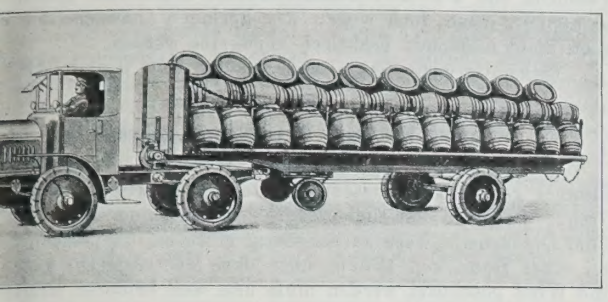
Die allenthalben zu beobachtende Zunahme des Automobilverkehrs, mit dem die Eisenbahnverwaltungen teils im Wettbewerb stehen, teils unter Eingliederung in ihren Betrieb Verbindungen eingehen, gibt auch einen starken Ansporn für die konstruktive Vervollkommnung der Fahrzeuge und pafst sie ständig mehr den Bedürfnissen in fahr- und betriebstechnischer Hinsicht an. Auf der deutschen Automobil-Ausstellung 1926 war die beginnende Verwendung des Sechszylinder-Motors für Omnibusse und Lastkraftwagen die hervorstechendste Neuerung, es wird dadurch eine höhere Beschleunigung beim Anfahren und infolge der ausgeglichenen Massen eine ruhige und erschütterungsfreie Fahrt erzielt. Dazu kommt, dafs der grofse Zylinderinhalt den Motor anpassungsfähiger macht, so dafs mittlere Steigungen ohne Gangwechsel genommen werden können und die sonst hierdurch hervorgerufenen Stöfse vermindert werden. Die Firma Büssing wird in Zukunft den Sechszylinder-Motor normalerweise einbauen und auch andere Firmen wie Daimler-Benz, Faun, Komnick, Magirus, Vomag, NAG werden wohl bei mittleren und gröfseren Omnibussen dem Sechszylinder-Motor den Vorzug geben. Die MAN hat einen neuartigen kompressorlosen Sechszylinder-Dieselmotor mit einer Leistung von 80/85 PS_e bei 1400 Uml./Min. geschaffen, nachdem sich der Vierzylinder-Fahrzeug-Dieselmotor erfolgreich eingeführt hat. Die Brennstoffkosten betragen bei diesem heute mit Schweröl nur etwa $^1/_3$ der Kosten eines gleichleistungsfähigen Wagens mit Leichtöl-Vergasermotor. An Betriebssicherheit, Fahrgeschwindigkeit und Steigfähigkeit entspricht der Diesel-Lastwagen allen Anforderungen.

Die Firma Büssing hat ein Sechsrad-Fahrgestell (Tragfähigkeit 7500 kg) mit tiefliegendem Rahmen, Sechszylinder = 75 PS-Motor und Riesenluftreifen für Grofsraum-Schnellomnibusse für 70 Personen geschaffen, die auch eine bequeme und elegante Ausstattung aufweisen. Zu ruhiger und sicherer Fahrt bei den grofsen Geschwindigkeiten wird auf tiefe Schwerpunktlage des Wagens besonderer Wert gelegt, womit gleichzeitig ein leichtes und schnelles Betreten und Verlassen des Wagens ermöglicht ist. Schwierigkeiten in der glatten Durchführung des Fufsbodens sind hierbei durch besondere Konstruktionen der Hinterachse und ihres Getriebes behoben worden. — Die MAN hat eine Sonderausführung eines Niederrahmen-Omnibusses mit gekröpfter, ungeteilter Hinterachse geschaffen, dessen Fufsboden glatt durchläuft und der doch nur 590 mm über der Strafsenoberfläche liegt, so dafs er mit einer einzigen Stufe betreten werden kann. Das flach gehaltene Ausgleichgehäuse enthält nur die Kegelräder, während die Stirnradübersetzung in die Hinterräder verlegt ist, die wieder an der Aufsenseite die Bremsscheiben tragen. Eine andere Lösung, den Wagenboden möglichst tief zu legen, hat die Magirus A.-G., Ulm gewählt, die bei ihrem neuen Omnibus-Untergestell den Antrieb der Hinterachswellen durch die Kardanwelle auf die Seite gelegt und um das Ausg gehäuse kleiner machen zu können, ein Vorgelege zwischen We getriebe und Hinterachse in Gestellmitte eingeschaltet hat. diesem Fahrgestell, wie bei dem der Daag u. a. zeigt sich bereits der organische Zusammenbau der Knorr-Luftdruckbrem den übrigen Getriebeteilen, die zusehends Verwendung find sie den Einbau der heute bereits üblichen Vierradbremse u durchgehende Bremsung zum Anhänger einfach und übersic ermöglicht.

Abb. 1. Innenansicht des $1^1/_2$stöckigen Fernreise-Omnibuss Daimler-Benz A.-G.

Im Wagenkastenbau der Omnibusse wird nach Gewic minderung durch Anwendung des Spantenbaues und nach mögl Geräuschlosigkeit gestrebt. Die Daimler-Benz A.-G., Gagger dem Mifsstand des Dröhnens ihre besondere Aufmerksamk gewendet und in den bei der Stuttgarter Kraftwagenlinien-Gese laufenden Wagen einen Erfolg zu verzeichnen. Eine inters Neuerung zeigt der $1^1/_2$ stöckige Fernreise-Omnibus für 1 gäste mit Klubsesseln der Daimler-Benz A.-G. (siehe Abb. hintere Teil des Wagens ist so erhöht, dafs die Insassen üb Dach der vorderen Hälfte hinwegsehen. Der höher gelegene W ist durch einige Stufen im Innern betretbar. Der untere hinteren Hälfte dient als Gepäckraum, der wegen seiner ni Lage auch mit gröfseren Gepäckstücken bequem beladen

Den gleichen Wagen bauen die Hansa-Lloyd-Werke, Bremen, der Reichspost bereits angekauft und als „Hochsitzomnibus“ net ist.



b. 2. NAG-Universal-Kraftschlepper als Brauereiwagen.

ei den Lastkraftwagen wird besonders bei den 3 t-Wagen wicklung als Schnellastwagen für sehr schnelle Fahrten bis m/Std. und kleinen Lasten gefördert. — Die bekannte Grofs- vagen A.-G. hat dieser Verkehrsentwicklung durch den Bau ichten Ökonom-Zuges für geringere Lasten bis zu 3 t Rechnung n. Dieses Fahrzeug besteht aus einem kurzen Zugwagen, Anhänger verschiedener Bauart mit ihrem Vorderteil auf- rden können, so dafs sich während des Tages die verschieden- n Fahrten ausführen lassen. Dieses System, als Sattel- per bezeichnet, wird auch von der Fried. Krupp A.-G. seit Zeit gepflegt und neuerdings bauen gleiche Fahrzeuge die fabrik H. Fuchs, Heidelberg und die NAG, Berlin (Abb. 2). sem Beförderungsmittel kann ein Eisenbahnwagen von 15 t t voll entladen werden, da er selbst 10 t trägt und mit einem Anhänger für 5 t Nutzlast gekuppelt werden kann. Derartige gen sind mit den bisherigen Lastzügen bestehend aus Motor- und einem Anhänger wegen der bestehenden gesetzlichen nung nicht möglich, da das Höchstgewicht eines Motorwagens und das eines Anhängers 7,5 t betragen darf. Der Sattel- er zählt aber zur Klasse der Mehrachser, die ein Gesamtgewicht t haben dürfen, und der als Zugwagen mit aufgebocktem Anhänger mit einem Eigengewicht von etwa 5 t herzustellen ist. Weitere Vorteile liegen in der geringeren steuerlichen Belastung, geringeren Bedienungsmannschaft, geringeren Reifenkosten, grofsen Wendigkeit, hohen Fahrgeschwindigkeit und besonders in der günstigen Ausnutzung von Maschine und Personal. Gerade der letzte Vorzug hat dem Fahrzeug in Amerika bereits weiteste Verbreitung gebracht, und es ist anzunehmen, dafs dasselbe mit wachsendem Verkehr auch in Deutschland, zumal bei den Kraftverkehrsgesellschaften, Eingang finden wird, deren Verkehr sich in Verbindung mit der Eisenbahn günstig entwickelt. Przygode.

Omnibusverkehr der Norfolk Southern Bahn.

Wie viele amerikanische Eisenbahngesellschaften, hat auch die genannte Bahn neuerdings den Omnibusverkehr aufgenommen und zwar auf ihrer elektrischen Strecke von Norfolk nach Virginia Beach. Gröfsere Zugpausen werden dort jetzt durch Omnibusfahrten ausgefüllt. Bemerkenswert an diesem Verkehr ist der Umstand, dafs die Omnibusse dabei eine 550 m lange Eisenbahnbrücke mitbenützen müssen, die einen Meerbusen überquert. Zunächst war die eingleisige Holzbrücke hierfür ungeeignet. Es kam weder die Fahrt zwischen den Schienen noch aufserhalb derselben in Frage, da die Omnibusse zu breit waren. Man liefs daher die Wagen mit der einen Seite zwischen den Schienen, mit der anderen aufserhalb laufen. Als Sicherung gegen ein seitliches Abstürzen der Omnibusse von der Brücke dienen nach der einen Seite die Schienen, nach der anderen eine am Brückenrand entlang geführte starke Schwelle. Die früheren Zwischenräume zwischen den Schwellen wurden durch weitere Schwellen ausgefüllt und so eine geeignete, starke Fahrbahn geschaffen.

Da der Zugverkehr zusammen mit dem neuen Omnibusbetrieb über die eingleisige Brücke sehr stark ist, mufste die Strecke durch ein besonderes Blocksystem, das auch die Omnibusse erfafst, gesichert werden. Diese können an den beiden Brückenenden erst einfahren, nachdem eine Schranke geöffnet und damit die Oberleitung für die elektrischen Züge aufser Strom gesetzt ist. Ein Zusammentreffen von Omnibus und Zug auf der Brücke ist damit ausgeschlossen.

Die von der Bahn ausgegebenen Fahrkarten gelten gleicherweise für beide Betriebsmittel. R. D.

(Railw. Age, Mot. Transp. Sect., 1926, 2. Halbj. Nr. 17.)

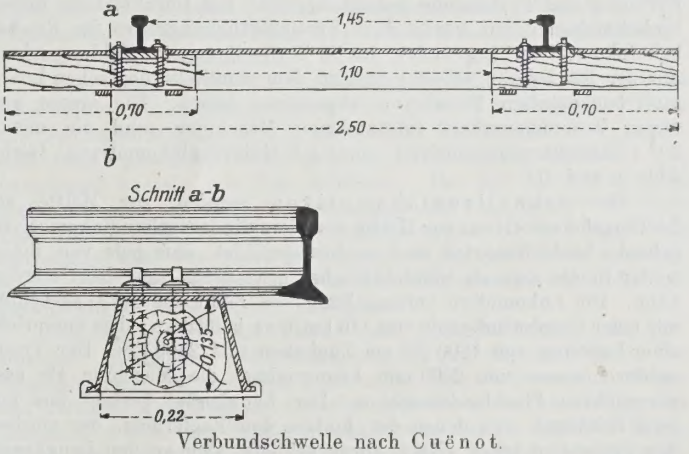
Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Lange oder kurze Schwellen.

ach Vergleichen, die Zimmermann an Schwellen ver- ner Längen angestellt hat, senken sich die Schwellenenden er den Schwellenmitten um so früher und um so stärker, er die Schwellen sind. Um die durch mangelhafte Unter- eingetretenen, bleibenden Verbiegungen der Schwellen und rerweiterungen hintanzuhalten, werden die Schwellen in der eniger als an den Enden unterstopft. Zimmermann hält wellenlänge von 2,70 m für die richtigste, da sich sonst die auf die Bettung zu sehr steigern. Nach Ansicht des Bau- s Ast erzeugen die Schienen, wenn die Verlängerung der en eine gewisse Grenze überschreitet, eine Überhöhung der enenden und die überflüssig langen Schwellen tragen nicht it. Ast hält Schwellen mit nur 22 cm Breite bei Bahnen haftem Verkehr nicht für wirtschaftlich. Auch er hält die en von 2,70 m Länge für das wirksamste Mittel, den Bettungs- uf das angängige Mafs herabzudrücken. Schwellen von 2,50 m können für manche Zwecke wohl genügen, bei stark belegten müfsten sie aber dann eine Breite von 30 cm erhalten. Auch efingenieur der niederländischen Zentraleisenbahngesellschaft ijk hat diese Frage untersucht und ist zu folgenden Ergeb- gelangt:

1. Beobachtung und Berechnung der Schwellenbeanspruchungen stimmen ziemlich gut überein.
2. Um eine Gleichmäfsigkeit der Schwelleneindrücke zu erhalten, empfiehlt es sich die Schwellen auf eine Länge von mindestens $u = 2s - L$, wo s = Schienenabstand und L = Schwellenlänge ist, in Schwellenmitte nicht zu unterkrampen.
3. Eine Schwellenlänge von 2,60 m wird als die untere Grenze der zweckmäfsigen Schwellenlänge betrachtet.
4. Bei einer Bettungsziffer $C = 8$ ist die Druckverteilung einer 2,50 m langen Schwelle noch günstig.

Bei älteren Strecken der österreichischen Bahnen finden sich noch Schwellen von 2,40 m Länge, während sie bei den übrigen Bahnen zwischen 2,50 und 2,70 m schwanken.



Verbundschwelle nach Cuënot.

Auf den französischen Bahnen wurden Versuche mit sogenannten Verbundschwellen nach Cuënot gemacht. Die damit erzielten Erfahrungen weichen von den bisher gemachten wesentlich ab. Die Verbundschwelle ist aus der Abbildung ersichtlich. Die Versuchsstrecke lag in der Wagrechten eines Hauptbahngleises zwischen den Neigungen von 8,9‰ und 4,6‰ im Einlauf einer Kurve von 600 m Halbmesser. Zwischen elf Eichenschwellen war immer eine Verbund-

schwelle eingelegt. Die Schienen hatten 34,5 und 39 kg Metergewicht. Die Bettung bestand aus kalkhaltigem Kiesel und tonigem Sand. Das bei trockenem Wetter sehr dichte Gemenge war bei Regen eine teigförmige Masse.

Bei ruhender Last zeigten die Biegungslinien der Verbundschwellen die Form eines Trogquerschnittes; sie fallen gegen die Schiene steil ab und verlaufen zwischen den Schienen fast wagrecht mit leichtem Ansteigen gegen die Schwellenmitte. Die Verbundschwellen erlitten geringere Durchbiegungen als die Holzschwellen. Die Biegungslinien neigten sich nach der Seite, wo die Bettung dem stärksten Druck ausgesetzt war, also bei Kurven gegen die innere Schiene. Die Einsenkung der Verbundschwellen war gröfser als die der Holzschwellen. Während sich bei den Holzschwellen die Einsenkungen bei den zu verschiedenen Zeiten angestellten Beobachtungen gleichmäfsig fortsetzten, nahmen sie bei den Verbundschwellen sehr schnell ab, ein Zeichen, dafs die Verbundschwellen schneller ihre endgültige Lage im Schotterbett fanden. Aus den Beobachtungen ergab sich, dafs die Durchbiegung der Verbundschwellen geringer, nur etwa $^1/_5$, als bei den Holzschwellen ist. Die Gesamtbewegung des Gleises im lotrechten Sinne (Senkung und Durchbiegung) war bis zu 20% geringer als bei den Holzschwellen. Cuënot hält die Annahme, dafs die belastete Schwelle auf ihrer ganzen Länge trage, nicht als zutreffend und mithin auch die Annahme, dafs die Senkung der Schwelle in jedem Punkt ihrer Grundfläche im geraden Verhältnis zum Druck stehe nicht als zulässig. Es ergab sich aus den Versuchen weiter, dafs die Einsenkung der Schwelle durch ihre Verlängerung nicht vermindert werden kann, dafs vielmehr die Verlängerung nachteilig wirkt. Eine Verbesserung des Oberbaues kann daher nur durch Vergröfserung der Schwellenbreite und des Trägheitsmomentes der Schwelle erreicht werden. Cuënot meint auch, dafs die Bettungsziffer statt gleich 8, wie bisher, gleich 15 bis 20 angenommen werden kann. Bei den Cuënotschen Versuchen bogen sich die langen Schwellen nach unten, die kurzen nach oben durch. Die Schwellenlänge, bei der weder eine Biegung nach oben noch nach unten erfolgen wird, wurde zu 2,20 m ermittelt. Die Durchbiegungen bei bewegter Last waren durchwegs 10 bis 20% geringer als bei ruhender Last.

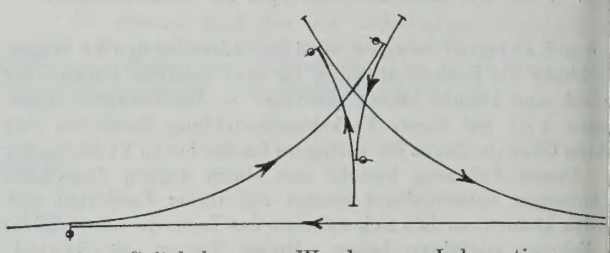
Nach den Versuchen von Cuënot könnte bei einer Schwellenlänge von 2,20 m gegenüber einer Schwellenlänge von 2,70 m 18%

an Schwellenmaterial erspart werden. Hierzu kämen noch sparungen an Bettungsstoff wegen der geringeren Breite des S bettes und die verminderte Unterhaltungsarbeit. Wenn a Versuche von Cuënot beachtenswerte Ergebnisse geliefer so können diese doch wegen des geringen Umfangs der V noch nicht allgemein praktisch verwertet werden.

(Schweizerische Bauzeitung, Bd. 86, Heft 9 und 12.)

Spitzkehre zum Wenden von Lokomotiven.

Die beschriebene Anlage wurde in der italienischen Gren Brenner gebaut. An diesem Punkte der österreichisch-itali Grenze wechseln sämtliche Züge ihre Maschinen. Die Ein einer Drehscheibe wäre zu schwierig gewesen, hauptsächlich bei einer Höhe von 1370 m über dem Meeresspiegel gegen und Wind geschützt werden mufs und weil keinerlei Kraftq ihrer Bewegung zur Verfügung steht. Für eine gewöhnlich



Spitzkehre zum Wenden von Lokomotiven.

kehre als Ersatz der Drehscheibe ist der Zwischenraum dem Maschinengleis und dem Berg (140 m) ungenügend. I daher die in der Abbildung angegebene Gleisanordnung Der kleinste Halbmesser ist 142 m. Das Gleis besteht aus von 34 kg Metergewicht. Um jede Ausgabe für Bedienung meiden sind die Weichenzungen aufschneidbar. Durch ei gewicht werden sie immer wieder in die Grundstellung Die Gesamtlänge der Anlage ist 220 m, die Breite 90 m. Da einer Maschine erfordert etwa vier Minuten.

(Révue générale des Chemins de fer, November 1926.

Lokomotiven und Wagen.

Die neuen Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft wird, um die Beschaffung und Unterhaltung der Lokomotiven möglichst wirtschaftlich zu gestalten, für künftige Neubauten nur mehr eine beschränkte Anzahl von Lokomotivgattungen verwenden, die nach den Grundsätzen der Normung und Typisierung gebaut werden. Zur Durchbildung dieser Einheitslokomotiven wurde das „Vereinheitlichungsbüro für Reichsbahnlokomotiven“ gegründet, das in Berlin in engster Fühlungnahme mit der Reichsbahn arbeitet und zu dem sämtliche deutschen Lokomotivbauanstalten Mitarbeiter abgeordnet haben. Die ersten aus dieser Zusammenarbeit entstandenen Maschinen sind die neuen 2 C 1 Schnellzuglokomotiven und 1 E Güterzuglokomotiven (siehe Abb. 1 und 2).

Die Schnellzuglokomotiven wurden zur Hälfte als Zwillingslokomotiven, zur Hälfte als Vierzylinderverbundlokomotiven gebaut; beide Bauarten sind so durchgebildet, dafs jede von ihnen später in die sich als wirtschaftlicher erweisende umgebaut werden kann. Die Lokomotive vermag Züge von 800 t auf der Wagrechten mit einer Geschwindigkeit von 110 km/h zu befördern; dies entspricht einer Leistung von 1800 PS am Zughaken und 2400 PSi. Der Treibraddurchmesser von 2000 mm kennzeichnet die Maschine als ausgesprochene Flachlandmaschine. Der Langkessel besteht aus nur zwei Schüssen, von denen der hintere den Reglerdom, der vordere den Speisedom trägt. Nach vorne schliefst sich an den Langkessel die 3800 mm lange Rauchkammer an, in die oben quer ein Abdampfvorwärmer eingebaut ist. In seitlichen Nischen sind Luft- und Speisewasserpumpe untergebracht. Der Überhitzersammelkasten ist zweiteilig mit getrennter Nafs- und Heifsdampfkammer ausgeführt. Die neue Bauart Schmidt und Wagner des Dampfreglers unterscheidet sich von den übrigen Ventilreglern dadurch, dafs Hauptventil und Hilfsventil nicht mechanisch, sondern während des ganzen Hubes nur pneumatisch miteinander gekuppelt sind. Der Stehkessel ist als Fortsetzung des Langkessels mit runder Decke und senkrechten Seitenwänden ausgeführt. Zum ersten Male bei einer ganzen sind bei den Einheitsschnellzuglokomotiven im Gewinde

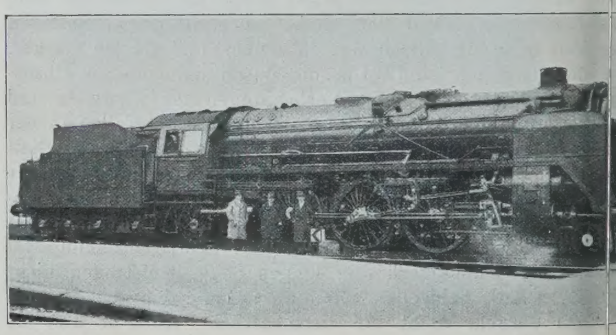


Abb. 1. 2 C 1 Schnellzuglokomotive.

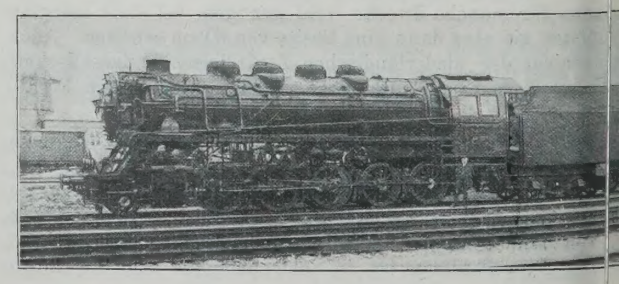


Abb. 2. 1 E Güterzuglokomotive.

Übermafsstehbolzen verwendet. Als besondere Neuerun noch zu erwähnen die Rückführung des Vorwärmerko

ıder, der luftgesteuerte Druckausgleicher mit zwei Eckventilen s bisherigen Mittelventiles, der Wegfall der Luftsaugeventile ie gänzliche Umgestaltung der Dampfheizanlage.

e 1 E Güterzuglokomotive wurde sowohl als Zwei- wie nderlokomotive entwickelt, um die Vor- und Nachteile beider n im Betrieb erproben zu können und die Frage für spätere fungen grundsätzlich zu klären. Der Achsdruck beträgt 20 t, allen Einheitslokomotiven. Vorne wird die Maschine von einem ltz-Drehgestell geführt. Bei der Drillingsmaschine arbeiten en äufseren Zylinder auf die dritte Kuppelachse, der mittlere n der zweiten Kuppelachse an. Die Innensteuerung ist auch Dreizylinderlokomotive als Einzelsteuerung mit Antrieb von ten Kuppelachse aus vorgesehen. Die äufsere Steuerung ist ſwerfhebel und Kuhnscher Schleife ausgebildet. Der Aufbau ssels entspricht dem Grundsatz, auch gröfsere Bauteile bei n Lokomotivgattungen einheitlich verwenden zu können. Der ssel mit seiner gesamten Ausrüstung stimmt mit dem der hnellzuglokomotive vollkommen überein. Der Rost konnte nschter Weise schmaler und länger ausgebildet werden, da en des kleineren Durchmessers der Treibräder über diesen net werden kann. Rückführung des Vorwärmerkondensates mpfheizanlage sind ebenso wie bei der Schnellzuglokomotive bildet. Sämtliche gekuppelten Achsen werden einseitig ge- ebenso sind vor jeder Kuppelachse Sandstreurohre ange- Um bei längeren Talfahrten die Bremsklotzabnützung zu lern, ist die Maschine mit Gegendruckbremse ausgerüstet.

ei einer Versuchsfahrt auf der Strecke Rothenkirchen—Probst- reichte die 1 E Güterzuglokomotive mit einem Zug von 656 t Steigung 1 : 40 eine Beharrungsgeschwindigkeit von 14 km/h; kraft betrug 18 000 kg, die Füllung 50 %.

er Tender der 1 E Güterzuglokomotive läuft auf zwei Dreh- n und fafst 32 m³ Wasser und 10 t Kohle; der gleiche Tender ıter auch für die 2 C 1 Lokomotive verwendet werden. Diese ger als die 1 E Lokomotive und mufste daher, um den mit ht auf die bisherigen 20 m langen Drehscheiben geforderten radstand von höchstens 19,3 m einhalten zu können, zunächst em etwas kleineren Tender bayerischer Bauart mit einem stell und zwei festen Achsen ausgerüstet werden.

ie Hauptabmessungen der beiden Einheitslokomotiven sind:

	2 C 1 Lokomotive		1 E Lokomotive	
	2-Zylind.-Lokomotive	4-Zylinder-Lokomotive	2-Zylind.-Lokomotive	3-Zylind.-Lokomotive
rdurchmesser	650 mm	2×460/720 mm	720 mm	3×600 mm
ıub	660 mm		660 mm	
ddurchmesser	2000 „		1400 „	
durchmesser am gestell	850 „		850 „	
durchmesser an der ppachse	1250 „		—	
durchmesser der erräder	1000 „		1000 „	
Achsstand	4600 „		3400 „	
er Achsstand ein- fslich Tender	19250 „		19190 „	
geschwindigkeit	120 km/h		70 km/h	
sdruck des Kessels	14 at	16 at	14 at	
he R	4,5 m²		4,7 m²	
esser der Heizrohre Stück)	49/54 mm		49/54 mm	
esser der Rauchrohre tück)	135/143 „		135/143 „	
esser der Überhitzer-	30/38 „		30/38 „	
nge	5800 „		5800 „	
izfläche der Feuer- büchse	17 m²		18 m²	
izfläche der Rohre	221 „		221 „	
samte Verdampfungs- heizfläche H	238 „		239 „	
zerheizfläche	100 „		100 „	
H : R	53		50,8	
Reibungsgewicht der Lokomotive G_1	60,1 t		97,1 t	98,5 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	109,3 t	113,6 t	111,3 t	113,6 t
Dienstgewicht des Tenders	68 t		75,6 t	
H : G	2,17	2,10	2,14	2,10
Vorrat an Wasser	30 m³		32 m³	
Vorrat an Kohle	10 t		10 t	

Eine ausführliche Beschreibung der Schnellzuglokomotive ist in Heft 52, Jahrgang 1926, der Z. V. D. I. enthalten. A. P.

2 C 1 - h 2 Schnellzuglokomotive für die Brasilianische Zentralbahn, die 3000. Lokomotive der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G.

Die nach Entwürfen der Firma am 27. Februar 1926 fertiggestellte Lokomotive ist im allgemeinen Aufbau nach amerikanischen, in der Ausführung der Einzelteile jedoch nach den in Deutschland üblichen Grundsätzen gebaut. Sie gehörte zu einem gröfseren Auftrag der Brasilianischen Bundesbahnen, der sechs verschiedene Typen umfafste*).

Die Lokomotive besitzt Barrenrahmen, die aus 100 mm starken Platten herausgearbeitet und mittels Blechverstrebungen und Stahlgufsstücken versteift sind. Die beiden Zylinder sind in der Mitte zu einem Sattel verbunden. Die Kuppelachsen sind fest gelagert; doch wurden die Spurkränze der Treibräder um 8 mm schwächer gedreht. Das vordere Drehgestell hat 40 mm Seitenverschiebung, die Schleppachse 100 mm Ausschlag nach jeder Seite. Die Lokomotive vermag so Krümmungen bis herab auf 180 m Halbmesser zwanglos zu durchfahren. Die Tragfedern der Kuppelachsen liegen sämtlich oberhalb der Achslager und sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden. Das Gestell der Schleppachse besteht aus zwei doppelten Blechrahmen, die durch U-Eisen und Stahlgufsstücke miteinander verbunden sind. Die Deichsel liegt mit ihren vorderen Enden in den Federn der letzten Kuppelachse und wirkt so als Ausgleichhebel. Der hintere Rahmenteil stützt sich auf zwei, rechts und links am Schleppgestell auf Stahlgufsstücken angebrachte, kugelförmige Lagerpfannen. Die Achslager haben selbsttätig nachstellende Achslagerkeile, Bauart Franklin.

Die Treibzapfen haben einen Durchmesser von 175 mm und eine Schenkellänge von 180 mm. Die Heusingersteuerung wird durch einen Franklin-Druckluft-Umsteuerungsautomaten eingestellt. Zur Schmierung der Zylinder dient ein im Führerhaus eingebauter Dampf-Sichtöler, Bauart Friedmann.

Der Kessel ist für die Verfeuerung brasilianischer Lignit-Kohle eingerichtet. Die stählerne Feuerbüchse, die von fünf eingeschweifsten, den Feuerschirm tragenden Wasserrohren durchzogen wird, besitzt eine radial gewölbte Decke und eine Verbrennungskammer. Der Langkessel besteht aus drei Schüssen. Da die Beschickung des grofsen Rostes von zwei Heizern ausgeführt wird, erhielt die Stehkessel-Hinterwand zwei grofse, ovale Feuerlöcher, die durch zwei selbsttätige oder von Hand zu bedienende Franklin-Feuertürme abgeschlossen werden. Der Rost ist als Schüttelrost ausgebildet und mittels zweier Dampfkolben bewegbar.

Die Lokomotive hat Dampf- und Druckluftbremse und vollständige elektrische Beleuchtungseinrichtung Bauart Pöge. Der Turbogenerator befindet sich links neben dem Schornstein. Aufser den üblichen Kopflaternen befinden sich vorn und hinten an der Lokomotive bzw. dem Tender Steckkontakte für die Zugbeleuchtung, ferner über dem Triebwerk rechts und links je zwei Beleuchtungskörper sowie im Führerhaus eine Deckenlaterne und mehrere kleine Beleuchtungskörper für die Mefsapparate.

Die Lokomotive macht mit ihren ruhigen Formen und dem bordeauxroten Anstrich rein äufserlich einen sehr vorteilhaften Eindruck.

*) Vergl. Organ 1926 Heft 16, S. 343.

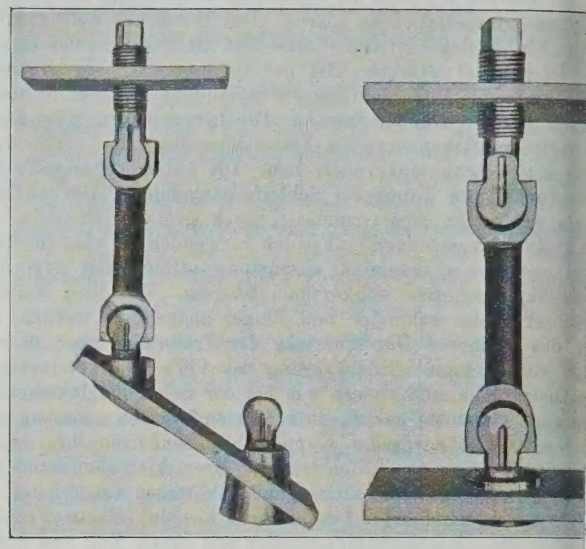
Ihre Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	13,36 at
Zylinderdurchmesser d	585 mm
Kolbenhub h	660 „
Kesseldurchmesser, innen, gröfster (hinten)	2000 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3000 „
Heizrohre, Anzahl	181 Stck.
„ Durchmesser	45/50 mm
Rauchrohre, Anzahl	32 Stck.
„ Durchmesser	125/133 mm
Rohrlänge	5500 „
Verdampfungs-Heizfläche	258,8 m²
Heizfläche des Überhitzers	65,0 „
„ — im ganzen — H	323,8 „
Rostfläche R	6,82 „
Durchmesser der Treibräder D	1730 mm
„ „ Laufräder vorn 1000, hinten	1300 „
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	3810 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	11 100 „
Reibungsgewicht G^1	60 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	105 „
Dienstgewicht des Tenders	48 „
Leergewicht „ „	23 „
Achsenzahl	4 Stck.
Vorrat an Wasser	17 m³
„ „ Brennstoff	8 t
Verhältnis H : R	47,5
H : G	3,1 m²/t
$H : G_1$	5,4 „

(Verk. Techn. Woche 1926, Heft 29) R. D.

Der Pitkin-Gelenkstehbolzen.

Das häufig beobachtete Brechen des festen Stehbolzens in der Nähe der äufseren Platte gab den Anlafs zur Einführung des Gelenkstehbolzens mit einem Gelenk in der Nähe der Aufsenwand, wodurch die Beanspruchung des Bolzens an dieser Stelle sehr erheblich vermindert wurde. Die Verschiebung der beiden Wände infolge der Wärmedehnungen erzeugt jedoch immer noch Spannungen in der Nähe der dünneren Feuerbuchswand; der Bolzen macht die gegenseitigen Bewegungen beider Wände mit und erweitert so a das Stehbolzenloch an der Wasserseite der inneren Platte deren feine Gewindegänge angefressen werden und schliefsl nur der Bolzen, sondern auch die Wand erneuert werden m Pitkin-Stehbolzen soll dies vermeiden.



Pitkin Gelenkstehbolzen.

Die Abbildung zeigt die verstärkten Hohlkugelenden d und den Ausdehnungsraum zwischen Kugel und Bolzen; d selbst ist stärker gehalten als die angebohrten Kugelzapfe Wänden, so dafs ein Bolzenbruch immer erkennbar sein v die Verschiebung zwischen Aufsen- und Innenwand nur g hat der Winkelzug auf die innere Gelenkverbindung praktis Einflufs; diese kleine Verschiebung soll aber anderseits gen die Kugel frei von Kesselsteinablagerungen zu halten, welc die halbgelenkigen Stehbolzen manchmal in feste verwande

(Railw. Age, 1. Hälfte 1926, Nr. 25.)

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Zwei Neuerungen im Verschiebedienst amerikanischer Eisenbahnen.

Der Bedienung der Verteilungsweichen am Fufse eines Ablaufbergs die Anweisungen zu erteilen, in welches Gleis sie die einzelnen ablaufenden Wagen leiten sollen, hat bekanntlich erhebliche Schwierigkeiten. In den Vereinigten Staaten hat man neuerdings zu diesem Zweck zwei Neuerungen angewendet und macht mit ihnen anscheinend gute Erfahrungen, nämlich den Drucktelegraphen und den Lautsprecher mit drahtloser Übermittlung der Befehle.

Die Telegraphenanlage befindet sich auf dem Bahnhof Gibson der Indiana Harbor Belt-Eisenbahn. Sie besteht aus einem Sender in einem Bureauraum und in Empfängern im Dienstraum des den Zugbildungsdienst leitenden Beamten und in den Türmen, von denen aus die Verteilungsweichen gestellt und die Gleisbremsen bedient werden. Wenn ein Güterzug einfährt, schickt sein Führer die Begleitpapiere durch eine Rohrpost in das Bureau, wo die Wagen nach ihrem Ziel und ihrer Beladung ausgezeichnet werden. Der den Sender bedienende Beamte telegraphiert dann an die angeschlossenen Stellen eine Beschreibung des eingelaufenen Zuges in Listenform. In der Zeit, die nötig ist, um die Zuglokomotive abzukuppeln und beiseite zu fahren, die Drucklokomotive anzusetzen und den Zug bis auf den Gipfel des Ablaufrückens zu drücken, sind auch bereits alle Beteiligten unterrichtet, in welche Gleise die einzelnen Wagen ablaufen sollen. Früher wurden die Listen für den Ablauf des Zuges in mehrfacher Ausfertigung mit der Schreibmaschine angefertigt und durch einen Boten verteilt. Das neue Verfahren arbeitet erheblich schneller; wenn der Zug ablaufbereit steht, kann das Ablaufen ohne Zeitverlust sofort beginnen, da alle Beteiligten bereits ihre Anweisungen haben. Aufserdem werden die Gefahren ausgeschaltet, die die Boten beim Verteilen der Listen und bei dem dabei unvermeidlichen Überschreiten der Gleise bedrohen.

Eine Wagenliste für den Ablauf enthält am Kopf die Angabe des Gleises, in das der Zug eingefahren ist, die Angabe, wo er her kommt, die Nummer der Lokomotive und den Namen des den Tag und die Stunde des Einlaufens. Dann folgt die Au der Wagen. Für jeden Wagen auf einer besonderen Zeile fortlaufende Ordnungsnummer, die Nummer des Wagens, ein seines Gewichts und die Bezeichnung des Gleises, in das er werden soll, angegeben. In bezug auf das Gewicht bede (empty) einen leeren Wagen, „L L“ einen solchen bis 20 t „L“ (light) einen solchen zwischen 20 und 50 t, „X L“ eine zwischen 50 und 57 t und „X X L“ einen solchen über 57 t Die Verschiebemannschaften erfahren also nicht nur in Gleis die Wagen ablaufen sollen, sondern auch ob die schneller oder langsamer ablaufen werden, und bedienen sowohl die Weichen, als auch die Gleisbremsen. Die W erscheint infolge ihrer Übermittlung durch den Draht Empfangsstellen gleichzeitig. Der Streifen, der sie enth vom Empfangsapparat abgerissen und an sichtbarer und err Stelle aufgehängt. Am Kopf des Ablaufrückens werden na Anweisung die Kupplungen gelöst, so dafs die Wagen einz wenn mehrere hintereinander stehende dasselbe Gleis als Zi in Gruppen ablaufen, und die Weichensteller bedienen danach und Gleisbremsen. Jeden vorüberrollenden Wagen strei dabei ab; sie brauchen sich dabei nur selten die Mühe zu die Eigennummer des Wagens festzustellen, es genügt, sich schneller zu erfassenden Ordnungsnummer zu richten. scheinen dabei nur selten vorzukommen, obgleich die Zutei richtigen Ordnungsnummer zu den Wagen nur von der Aufm keit und dem Gedächtnis der Bedienungsmannschaft abhän

Die erste Anwendung des Lautsprechers mit drahtlos mittlung zur Leitung des Zugumbildungsdienstes findet sich Gemeinschaftsbahnhof in St. Paul, Minn. Die Anlage bes 32 Lautsprechern, die, auf die einzelnen Weichenbezirke veri 9 m hohen Masten angebracht sind, ferner aus einem Sender in

des Bahnhofsvorstehers, einem Verstärker und den nötigen nlagen zur Lieferung des Stromes und dergl. Der Verstärker cht zwei verschiedene Grade der Verstärkung. Obgleich diese, ie Stimme das Geräusch der abrollenden Wagen übertönen emlich weit getrieben werden mufs, werden die Worte doch erzerrung gehört; selbst bei starkem Verkehr werden die an allen Stellen deutlich aufgenommen. Es wird in drei n gearbeitet; in den beiden ersten arbeiten je 14 Weichen- lie 240 bis 250 Bewegungen auszuführen haben; in der dritten sind nur vier Mann anwesend, und die Zahl der Bewegungen Aus diesen Zahlen kann man wohl schliefsen, dafs es sich n Bahnhof mit lebhaftem Betrieb handelt, und eine schnelle here Befehlsübermittlung an die Weichensteller ist also bei n Bedeutung. Der Rundfunk scheint die Möglichkeit einer äfsigen Lösung der hier gestellten Aufgabe zu bieten.

ertvoll wäre es bei beiden Anlagen, etwas über die Kosten, der ersten Einrichtung wie des Betriebes, zu erfahren, doch ehr wohl möglich, dafs die Anlagen trotz hoher Kosten, weil weitgehende Sicherheit und Schnelligkeit des Ablaufbetriebes eisten, anderen vorzuziehen sind, bei denen dies nicht der nd die sich nur dadurch empfehlen, dafs sie keinen erheblichen l an Geld und Vorrichtungen erfordern; die Kosten brauchen er Umständen nicht den Ausschlag zu geben.

Wernekke.

Gleisbremsen in französischen Verschiebebahnhöfen.

Bulletin (Juliheft 1926) behandelt der Ingenieur Cadis steme von Gleisbremsen, die auf französischen Verschiebe- en eingebaut sind.

r Ablaufberg des Bahnhofes Narbonne ist so angelegt, dafs gsamläufer bei den ungünstigsten Witterungsverhältnissen noch abläuft. Die dort eingebaute hydrodynamische Gleis- wurde so konstruiert, dafs ein Schnelläufer bei günstigen issen so abgebremst wird, dafs er von den Abfängern s aufgefangen werden kann. Die Bremse ist zwischen dem nd der ersten Verteilungsweiche eingebaut und wurde von na Trayvon in Lyon geliefert. Sie besteht aus vier hinter- liegenden Bremsbalken von je 3,68 m Länge im Abstand nm von der Schiene (siehe Abb. 1). Diese vier Teile können gig voneinander bedient werden. Jedes Glied ist aus zwei hienen zusammengesetzt, einer fest eingebauten gegenüber der linken Schiene und einer beweglichen an der rechten Schienenseite. Bei der Ruhestellung der Gleisbremse beträgt der äufsere Abstand der Gegenschienen 1,350 m. Dieses Mafs kann auf einen Abstand von 1,390 m im Höchstfall gebracht werden. Mit der Gleisbremse wurden sehr günstige Wirkungen erzielt. Unfälle sind bis jetzt nicht vorgekommen.

Zur Zeit wird ein Versuch gemacht, dieses Bremssystem in jedem Gleis der Harfe einzubauen, um dadurch die Abfänger einzusparen. Nach den ersten Ergebnissen zu urteilen, wird dieses Ziel erreicht werden können.

Wegen der beschränkten Längenentwicklungsmöglichkeit des Verschiebebahnhofs Bordeaux mufste die erste Verteilungsweiche der Harfe in die schiefe Ebene des Ablaufberges verlegt werden. Es war daher die Einschaltung einer Gleisbremse zwischen Scheitelpunkt und der ersten Verteilungsweiche unmöglich, da die Gefahr bestand, dafs ein abgebremster Wagen durch einen nachfolgenden eingeholt würde. Man entschlofs sich daher im vorderen Teil der Ablaufgleise je eine Gleisbremse vorzusehen. Es wurden hierfür elektrisch gesteuerte Radschuhe konstruiert, die von einer hochgelegenen Schaltstelle aus bedient werden. Der Radschuh wird an einer Stange geführt, die parallel zum Gleis verläuft (siehe Abb. 2). Er ist um eine lotrechte Achse drehbar. Auf der unteren Seite des Schuhes ist ein Flansch angebracht, der am Kopf einer Beischiene entlangläuft. Das Ende der letzteren ist abgebogen, um eine Lösung des Rades vom Radschuh herbeizuführen. Auf einer Achse, parallel zur Führungsstange sind mehrere 50 cm lange starke Federn hintereinander angebracht, auf die der Radschuh während des Bremsvorganges einwirkt. Die Bremswirkung wird einerseits durch das Schleifen des Radschuhes auf der Schiene und der Beischiene, andererseits durch das Zusammendrücken der Federn durch den Radschuh erzeugt.

Beim Gleiten des Radschuhes werden durch einen Greifer die Federn der Reihe nach zusammengedrückt und durch eine Kontakt-

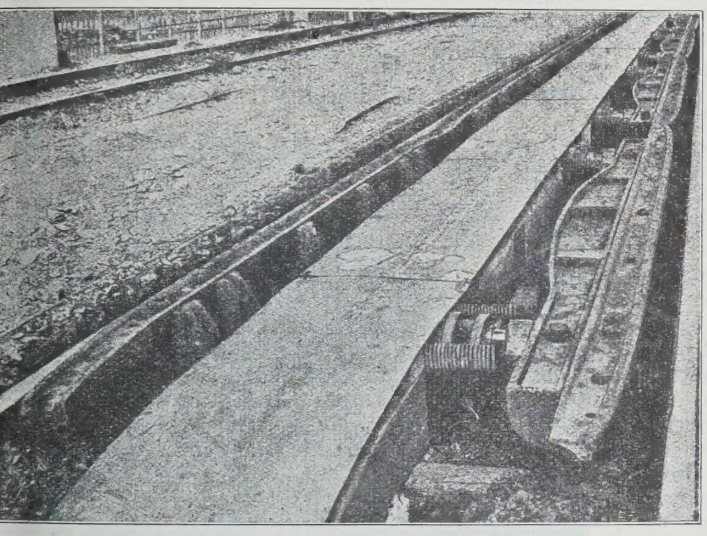


Abb. 1.

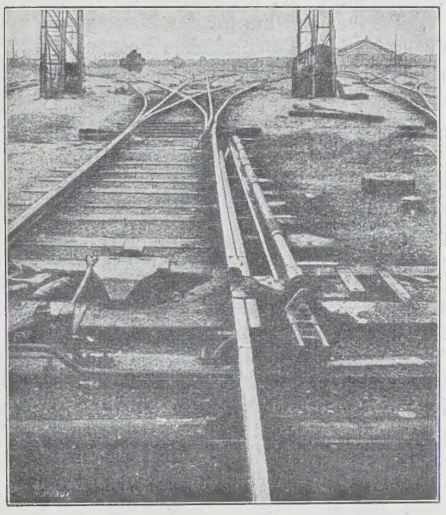


Abb. 2.

vorrichtung wieder gelöst. Ist der Radschuh frei, so schnellt er selbsttätig durch die Federkraft wieder in die Ruhelage zurück. Im allgemeinen kann eine Gruppe von drei Wagen mit einem Radstand von je 3,40 m zweimal gebremst werden.

Durch den Einbau dieser Gleisbremsen wurde die Leistungsfähigkeit des Berges um 33 % erhöht. Wenn alle Ablaufgleise mit der Bremse ausgerüstet sind, kann eine Personalersparnis von etwa 50 % erzielt werden. Die Zahl der Wagenbeschädigungen durch Aufstofs ist geringer geworden. Sch.

Buchbesprechungen.

nd Förderanlagen von Dr. Ing. e. h. H. Aumund, Prof. r technischen Hochschule Berlin. Zweiter Band. Zweite ge 1926. Verlag von J. Springer, Berlin. Preis 42 RM.

r vor kurzem erschienene erste Band des Werkes enthielt emeine Anordnung und Verwendung der Förder- und Hebezeuge (vergl. Nr. 19 des Organs 1926) und war besonders für Studierende berechnet. Der vorliegende zweite Band — Anordnung und Verwendung für Sonderzwecke — wendet sich mehr an die Besteller aus der Industrie und den grofsen Verwaltungskörpern und behandelt die betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte ent-

sprechend eingehender. Als Förderanlagen von gröfstem allgemeinen Wirkungskreise sind die Verladeeinrichtungen im Schiffahrts- und Hafenbetrieb, im Eisenbahnwesen und die Hebe- und Förderanlagen der Kohlen- und Eisenindustrie.

Der Verfasser begnügt sich nicht damit, die Anlagen für sich zu betrachten. Die Förder- oder Hebeanlage ist ihm nur ein Glied des gesamten Verfrachtungs- oder Erzeugungsvorganges. Unter diesem Gesichtswinkel werden betrachtet die Schiffsformen mit den Überlade- und Selbstentladevorrichtungen, Verladeeinrichtungen für Einzel- und Massenfördergüter in den Häfen, Schiffsbekohlung auf hoher See und an besonderen Anlegestellen. Auch der Baggereibetrieb wird kurz gestreift. Die dem Schiffswerftbetrieb dienenden Schwerlastkrane und Hellingskrane sind ebenso wie die den Kanalverkehr unterstützenden Schiffshebewerke und -Schleppeinrichtungen (Treidelei) in reicher Auswahl vertreten.

Die Verladeeinrichtungen des Eisenbahnwesens im zweiten Hauptabschnitt werden die Leser dieser Zeitschrift am meisten fesseln. Auch hier wird zunächst das Gesamtbild entwickelt. Die Entladeeinrichtungen entwickeln sich aus dem Handbetrieb über die einfachen mechanischen Hilfsmittel wie Wagenschnecke mit Elevator, über Stirn- und Seitenkipper zu den umfangreichen Hubwerken mit Stirnwand- oder Schwingplattformkippern. In gleicher Weise werden die Beladevorrichtungen für Massengüter vom einfachen ausgehend bis zur ausgedehnten Lokomotivbekohlungsanlage vorgeführt. Al vorrichtungen für Stückgüter und Fahrzeuge selbst finden wir krane, Aufzüge, Bandförderer, Elektrohängebahnen, Drehs Schiebebühnen, Verschiebewinden, endloses Seil und elek Pferd, endlich andeutungsweise Hebeböcke und Schwerlastkr Ausbesserungswerke. Die Wirtschaftlichkeit wird weitgehe Kennlinien belegt und für die verschiedenen Ausführung vergleichbar gemacht.

Der dritte Hauptabschnitt behandelt Hebe- und Förd der Kohlen- und Eisenindustrie. Beim Hochofenbetrieb ers die Zufuhranlagen, dann die Begichtungsanlagen mit Kübel, bahn, Schräg- und Senkrechtaufzug, Masselgiefsmaschinen und mehr. Zuletzt zeigt das Stahlwerk seine kennzeichnende führungsformen, wie Giefswagen und -Krane, Schrottpaketierma Schrottkrane, Beschickwagen und -Krane, Abstreifkrane für K Blockdrücker, Einsetzmaschinen und Trägerverladekrane.

Eine nach Sachgruppen und Zeitschriften geordnete Ü des Schrifttums der letzten zwanzig Jahre ist dem Werke a

Als Gesamturteil kann nur das für Band I gegebene holt werden: Der „Aumund" wird jedenfalls in allererster R Lehrbücher über Förderwesen und Wirtschaft stehen. D stattung des Buches ist wieder ganz vorzüglich. Dem Werk weiteste Verbreitung zu wünschen. Reichsbahnrat We

Verschiedenes.

Kohlenversand in Grofsraumwagenzügen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Zur Versorgung der Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke Grofs-Berlins (Elektrizitätswerk Rummelsburg und Grofsgaswerk Lichtenberg) mit Kohle aus dem Ruhrgebiet und dem ober- und niederschlesischen Kohlengebiet hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft einen Verkehr von Grofsgüterwagenzügen eingerichtet, der es ihr infolge Verringerung der Selbstkosten ermöglicht, die Tarife auf 2,1 bzw. 2,5 Pf. für das t/km für den Massenkohlenverkehr zu senken und so einerseits dem einheimischen Bergbau den Wettbewerb gegen ausländische Kohle zu erleichtern, andererseits sich im Wettbewerb mit dem Wasserverkehr eine entsprechende Einnahme zu sichern.

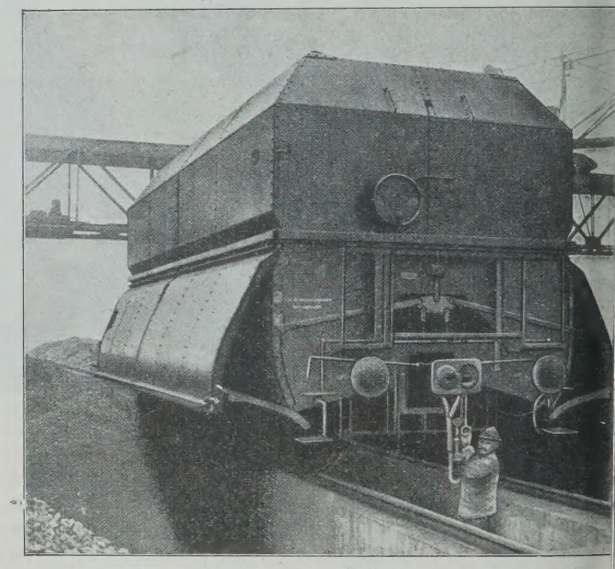
Von den 50 t Kohle fassenden Grofsgüterwagen der Bauarten Steinfurth und Orenstein & Koppel (siehe Abb.) verkehren zur Zeit im Gebiet der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zehn Pendelzüge zu 20 Wagen. Diese sind mit Rollenlagern und selbsttätiger Scharfenbergkupplung ausgestattet.

Die Kohlenzüge werden mit der Pünktlichkeit von Personenzügen von der Kohlengrube aus in 16 Stunden ihrem Ziel zugeführt. Sie legen den vollen Umlauf Oberschlesien—Berlin und zurück (1000 km) einschliefslich Beladung, Verwiegung, Abfertigung und Entladung in zwei Tagen ohne besondere Anspannung des Fahrplans zurück; dies entspricht einem jährlichen Fahrweg von 150 000 km. Der gewöhnliche freizügige Güterwagen für den gleichen Weg braucht etwa sechs Tage. Die Entladung eines Zuges von 20 Wagen mit 1000 t Inhalt durch zwei Mann dauert nur acht Sekunden je Wagen und $2\,^1/_2$ Minuten für den ganzen Zug, gehört mithin zu den erstaunlichsten und für die Wirtschaft bedeutsamsten Auswirkungen des neuen Verkehrsmittels. Die Entladung erfolgt durch Bewegen eines Handgriffes, der die Seitenklappen aufspringen läfst.

In wenigen Wochen stellt die Deutsche Reichsbahn auf Grund langjähriger Vorversuche die ersten Züge einer neuen Grofsgüterwagenbauart, die mit Silizium-Stahl erbauten, 60 t Kohle fassenden und nur 19 t schweren Grofsgüterwagen in den Verkehr ein. Diese Wagen, nach den Richtlinien und Bedingungen des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin erbaut, bedeuten einen Merkstein in der Entwicklung der Gleisfahrzeuge, denn bei ihrem Bau wird an Stelle des bisher üblichen Flufseisens der um 50 % leistungsfähigere, erst seit dem Vorjahre im Handel erscheinende Silizium-Stahl verwandt, durch den die wesentliche Herabsetzung des Eigengewichts und die Heraufsetzung der Nutzlast auf 60 t statt bisher 50 t gelungen ist. Während bei den 20 t-Güterwagen das Eigengewicht 10,6 t, also 53 % der Nutzlast und bei den 50 t-Wagen 26 t, also 52 % der Nutzlast beträgt, wird es bei den neuen 60 t-Wagen nur mehr 31,5 % betragen.

Bei einem Vergleich der Grofsgüterwagen mit dem weitverbreiteten offenen 15 t-Wagen ergibt sich folgendes:

17 Wagen der 60 t-Bauart befördern 1020 t Last bei nu Zuglänge gegenüber 68 Wagen der 15 t-Bauart mit rund 57 länge. Die Kohlengrube braucht bei Aufstellung dieser neuen daher nur wenig mehr als ein Viertel der bisherigen Glei was bei den vielfach engen Gleisverhältnissen auf den Kohle eine ganz erhebliche Entlastung der Gleisanlagen bedeut darüber hinaus verringert auch die Verwendung der neuen Fa die infolge ihrer Ausrüstung mit Rollenlagern und selbsttäti und Bremsschlauchkupplungen besonders leicht zu bewegen kuppeln sind, die Arbeiten auf dem Verladewerk bedeute an Stelle von vier einzelnen 15 t-Wagen oder drei 20 t-Wag nur ein 60 t-Wagen zu behandeln ist.



Grofsgüterwagen der Bauart Orenstein & Koppel.

Aufser den wirtschaftlichen Ersparnissen an Löhnen der aufserordentlich kurzen Entladezeit, an Zinsen für woch monatelanges Lagern der Kohle bis zur Abbeförderung, die insb bei ungünstigen Witterungsverhältnissen beim Wasserweg ins fällt, ist als besonderer Vorteil für den Empfänger und V zu betrachten, dafs die Wagengestellung unabhängig von d meinen Verkehrslage ist. — In letzterer Richtung wird e der allgemeinen Wirtschaft zugute kommende Entlastung d verkehrs herbeigeführt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Münc
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

ftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

hrgang | **30. April 1927** | **Heft 8**

erfahren zur Berechnung von Heifsdampflokomotiven mit einfacher Dampfdehnung*).

Von Ing. Dr. techn. **K. Koref,** Košice.

egenstand der Abhandlung ist: auf dampftheoretischen fahrungsmäfsigen Grundlagen ein Verfahren zu entwickeln, s die Beziehungen zwischen den Bestimmungsgröfsen eines lles« einer Heifsdampflokomotive mit einfacher Dampfg in zwei, drei oder vier gleichen Dampfzylindern in rechner und graphischer Darstellung festlegt und die Berechnd Beurteilung von Heifsdampflokomotiven mit einfacher lehnung erleichtert.

ie Modellokomotive soll folgende Verhältnisse aufweisen:

Rostfläche R . . . . . $= 1{,}0\ m^2$
Triebraddurchmesser D . . . $= 1{,}0\ m$
Inhalt eines Zylinders J . . . $= 100\ l$
Kesseldruck p_k . . . . . $= 15$ ata
Druck im Schieberkasten p_s . . $= 14$ ata.

ie Dampftemperatur im Überhitzer sei mit der Rostgung von 310° bis 360° C steigend. Die Temperatur T mpfes im Schieberkasten wird um 10° C kleiner annen**). Die Rostanstrengung ist das Kohlengewicht r kg, s je Stunde und m^2 Rostfläche verbrannt wird.

A. Dampfentwicklung des Kessels.

as Kohlengewicht r kg/m^2 h entwickelt in der Stunde ein gewicht $\frac{Q}{R}$ kg/m^2 h, welches aus dem Heizwert der Kohle, dem Wärmeinhalt des Frischdampfes i_0 (im Kessel), eisewassertemperatur (15°) und dem Kesselwirkungsgrad ergibt zu:

$$\eta_k \frac{H}{i_0 - 15} \left(\eta_k \frac{H}{i_0 - 15} = \delta = \text{Verdampfungsziffer} \right).$$

rgebnis ist für η_k nach Dr. Sanzin »Indikatorversuche komotiven«, 1914, H = 6700 Cal (und auch für 8000 00 Cal) und r bis 700 kg/m^2 h in Abb. 1 verzeichnet. **= 6700 Cal**, womit im weiteren gerechnet wird (oberische Kohle), ist auch die $\frac{Q}{R}$-Kurve bei Anwendung Speisewasservorwärmung (z. B. Metcalfe) auf 90° C get. Es ergibt sich bei unveränderter Leistung z. B. r = 500 Vorwärmer und r' = 410 mit Vorwärmer, also eine ische Brennstoffersparnis von ~ 18%; in der Praxis werden der wechselnden Füllungen etwa 12 bis 15% erreicht. Vir betrachten die Lokomotive in den Anstrengungsen $\frac{Q}{R}$ **= 1800 bis 3300**; für H = 6700 Cal entspricht Grenzen ein r = 235 bis 635 kg/m^2 h.

Vegen der ansteigenden Temperatur legen wir zwischen iden $\frac{Q}{R}$ = Kurven für 310° und für 360° C eine mittlere und erhalten folgende Zahlenwerte:

für r = 200, 300, 400, 500, 600, 700
ist $\delta \cong$ 7,74, 7,00, 6,30, 5,75, 5,38, 5,05
und $\frac{Q}{R}$ = 1548, 2100, 2520, 2875, 3228, 3535.

*) Der Aufsatz ging der Schriftleitung vor der Veröffentlichung sführungen Professor Nordmanns in Glasers Annalen, 9, Heft 10 „Über neuere Lokomotivversuche“ zu. Ein kurzer aus diesen Ausführungen ist auf Seite 154 veröffentlicht.

**) Es sei für ein Dampfgewicht von kg/m^2 Rostfläche und Stunde 00, 2100, 2400, 2700, 3000, 3300; T = 300, 328, 338, 345, 349,

B. Leistung der Dampfmaschine.

Aus Diagrammen einer Maschine mit unvollständiger Expansion, m = 10% schädlichem Raum, 14 ata Eintrittsspannung und mit einem Koeffizienten der Adiabate k = 1,05 bis 1,25, für T = 300° C $\left(\frac{Q}{R} = 1800\right)$, k = 1,10 bis 1,30 für T = 350° C $\left(\frac{Q}{R} = 3300\right)$ erhält man für eine theoretische Füllung ε' (auf dem Einströmdruck $p_s = 14$ ata) die Endspannung der Dehnung p_e aus $p_e = p_s \left(\frac{\varepsilon' + m}{100 + m}\right)^k$. Für die Verdichtungslinie sei k = 1,2.

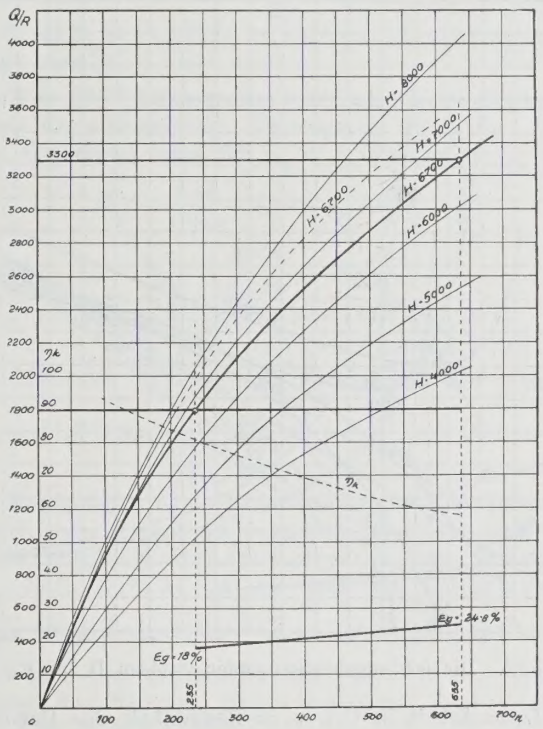


Abb. 1. Kesselleistung, kg Dampf je m^2 Rostfläche und Stunde.

Für den Gegendruck während der Ausströmung bis Beginn der Verdichtung kann angenommen werden:

bei $\frac{Q}{R} = 1800$ . . . . $p' = 1{,}8 - 0{,}012\ \varepsilon$
bei $\frac{Q}{R} = 3300$ . . . . $p' = 2{,}1 - 0{,}02\ \varepsilon$
bei Füllungen von $\varepsilon \geqq 50\%$ sei $p' = 1{,}2$ ata.

In diesen Formeln ist ε die tatsächliche Füllung bei Abschlufs des Steuerungsorgans. Dieses sei ein Kolbenschieber (Ventil), dessen Gröfse im Verhältnis zur Zylindergröfse für alle Lokomotiven gleich sei. Wir erhalten demnach für alle Lokomotiven mit einfacher Dehnung bei gleichem Frischdampfdruck, gleicher Rostanstrengung und gleicher Drehzahl auch denselben Spannungsabfall während der Füllung. Im Schnittpunkt der abfallenden Einströmlinie mit der Adiabate kann man annähernd den Punkt der tatsächlichen Absperrung

annehmen. Man erhält so die wirkliche Füllung ε, zu welcher jenes oben erwähnte theoretische p_e gehört.

Nach Strahl »Einfluſs der Steuerung auf Leistung und Dampfverbrauch der Heifsdampflokomotive«, 1923, kann man im Mittel den Spannungsabfall in die Diagramme einzeichnen und so die wirklichen Füllungen bestimmen.

Zur Berechnung des spezifischen Dampfverbrauches D_o kg/PS$_i$ h und des mittleren indizierten Druckes p_o des Vergleichsdiagramms der verlustlosen Maschine mit unvollständiger Dehnung, der theoretischen Füllung ε' und gleichem p_e, ohne schädlichen Raum, wird das Schülesche Verfahren unter Benützung des JS-Diagramms angewendet. Bei Beachtung der Annahme: $p_s = 14$ ata, $T = 300$ und $350\,^0$C für die beiden Grenzanstrengungen, mit $\frac{Q}{R}$ verhältnisgleicher Spannungsabfall, Abhängigkeit des Gütegrades η_g (s. Schüle) von der Füllung, Umdrehungszahl und Überhitzung, kann für jede Füllung ε

$$D_o = \frac{632{,}3}{A L_o}$$

und $$p_o = \frac{427\, A L_o}{10000\, v_e}$$ berechnet werden.

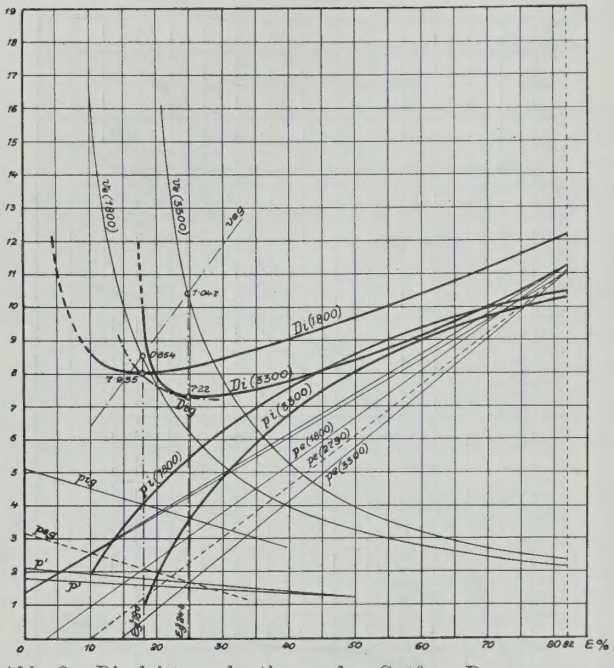


Abb. 2. Die leistungsbestimmenden Gröfsen D_i, p_i, v_e, p_e.

$A L_o$ = Arbeit in Cal, v_e = Rauminhalt des Dampfes am Ende der Dehnung beim Drucke p_e; zu beachten ist der Zustand des Dampfes, der sich aus dem JS-Diagramm ergibt. Die Enddrücke p_e liegen beinahe auf geraden Linien (Abb. 2). Für den Gütegrad kann angenommen werden:

$$T = 300\,^0\text{C} \quad \eta_g = 0{,}7538 + 0{,}0009\,\varepsilon$$

und für $T = 350\,^0$C $\quad \eta_g = 0{,}7630 + 0{,}000786\,\varepsilon$.

Damit wird für das Indikatordiagramm

$$\text{a)}\quad D_i = \frac{632{,}3}{\eta_g A L_o}$$

$$\text{b)}\quad p_i = \frac{427\,\eta_g A L_o}{10000\, v_e}$$

hieraus

$$1) \ldots\ldots\ldots\ldots D_i \cdot p_i = \frac{27}{v_e} \; (= D_o\, p_o).$$

Behufs Einführung von »Einheiten« für das Modell wird als »spezifische Leistung« definiert.

$$\alpha)\quad N_{i_s} = \frac{N_i}{R} = \frac{Q/R}{D_i}\ \text{PS}_i/\text{m}^2\text{h}$$

und als »spezifische Umdrehungszahl«

$$\beta)\quad n_s = \frac{n}{R\sqrt{J/_{100}}}\ \text{Umdreh./Sekunde.}$$

Die bekannte Strahlsche Formel für N_i aus p_i und n wi

$$N_{i_s} = \frac{160}{3}\, p_i\, n_s \quad (J = 100\ \text{l})$$

und aus dieser und Gl. 1) ergibt sich

$$2) \ldots\ldots\ldots\ldots n_s = \frac{Q}{1440\, R}\, v_e$$

Die Übereinstimmung der Formel mit den prak Erfahrungswerten ist durch die Einführung des ri Spannungsabfalles, sowie der richtigen Werte von ε erreicht. Sie ermöglicht den Entwurf eines alle Bezie umfassenden Diagramms. Die Ergebnisse der vorste Berechnungen für die beiden Grenzanstrengungen sind i folgenden zwei Übersichten zusammengestellt.

Zusammenstellung 1.

$\frac{Q}{R} = 1800$, $T = 300\,^0$C, $\eta_g = 0{,}7538 + 0{,}0009\,\varepsilon$

$n_s = 1{,}25\, v_e$, $p_e = -0{,}48 + 0{,}1425\,\varepsilon$, $\varepsilon_g = \mathbf{18}$

ε	p_e	p'	v_e	AL_o	η_g	D_i	p_i	n_s
10	0,945	1,68	1,695	95,82	0,7628	8,65	1,84	2,119
15	1,66	1,62	1,018	103,35	0,7673	7,97	3,33	1,273
18	2,08	1,58	**0,854**	103,60	0,7700	**7,935**	**3,99**	**1,068**
20	2,37	1,56	0,768	103,00	0,7718	7,96	4,42	0,960
30	3,80	1,44	0,514	95,90	0,7808	8,44	6,22	0,643
50	6,645	1,20	0,328	81,80	0,7988	9,68	8,50	0,410
82	11,20	1,20	0,214	62,92	0,8275	12,14	10,40	0,268

Zusammenstellung 2.

$\frac{Q}{R} = 3300$, $T = 350\,^0$C, $\eta_g = 0{,}7630 + 0{,}00078$

$n_s = 2{,}2917\, v_e$, $p_e = -2{,}38 + 0{,}1643\,\varepsilon$, $\varepsilon_g = \mathbf{24}$,

ε	p_e	p'	v_e	AL_o	η_g	D_i	p_i	n_s
18	0,58	1,74	2,679	79,22	0,7771	10,27	0,98	6,14
20	0,90	1,70	1,823	101,60	0,7787	8,00	1,85	4,19
24,8	1,68	1,604	**1,047**	111,86	0,7825	**7,22**	**3,576**	**2,40**
30	2,55	1,50	0,765	110,80	0,7866	7,25	4,87	1,753
40	4,192	1,30	0,516	103,75	0,7944	7,67	6,82	1,183
50	5,833	1,20	0,398	94,40	0,8023	8,34	8,09	0,916
65	8,30	1,20	0,300	80,88	0,8140	9,60	9,37	0,688
82	11,09	1,20	0,236	68,50	0,8275	11,15	10,26	0,540

Da Spannungsabfall und $\frac{Q}{R}$ verhältnisgleich angen sind und die p_e, über ε aufgetragen, gerade Linien bilde sich für zwischenliegende Anstrengungen leicht eine ebe Übersicht aufstellen. Die Abb. 2 ergibt für die »günst Füllungen (bei welchen $D_i = D_{i_g}$ einen Mindestwert hat linearen Zusammenhang für die entsprechenden Werte p_e und p_i, welche ebenfalls mit dem Index »g« be werden. Man kann schreiben:

$$3) \ldots\ldots\ldots v_{e_g} \cong \mathbf{0{,}3432 + 0{,}02838\,\varepsilon_g}$$

$$4) \ldots\ldots\ldots p_{i_g} \cong \mathbf{5{,}076 - 0{,}06089\,\varepsilon_g}$$

$$5) \ldots\ldots\ldots p_{e_g} \cong \mathbf{3{,}138 - 0{,}0588\,\varepsilon_g}$$

Aus Gl. 1) ergäbe sich

$$6\,\text{a)}\ D_{i_g} = \frac{27}{(5{,}076 - 0{,}06089\,\varepsilon_g)(0{,}3432 + 0{,}02838\,\varepsilon_g)}$$

Dafür soll die einfachere Näherungsformel verwendet

. . $\mathbf{D_{i_g} = 14{,}339 - \varepsilon_g\,(0{,}54 - 0{,}0102\,\varepsilon_g)}$.

e fehlende Größe von ε_g ergibt sich aus Abb. 1 als
n der Rostanstrengung r zu

. . . . . $\varepsilon_g = 14{,}00 + 0{,}017\ r$,

Zusammenstellung 1 und 2 ε_g für $\frac{Q}{R} = 1800$ und 3300
35 und 635) bekannt und ein linearer Zusammenhang
r guter Annäherung annehmbar ist.
r Mindestwert von D_{i_g} ergibt sich aus

$$\frac{d\,D_{i_g}}{d\,\varepsilon_g} = -0{,}54 + 0{,}0204\ \varepsilon_g = 0$$

$$\varepsilon_{g\max} = 26{,}47\,\%$$
$$D_{i_{g\min}} = 7{,}192\ \text{kg/PS}_i\,\text{h}$$
$$\left(\frac{Q}{R}\right)_{\max} = 3560\ \text{kg/m}^2\,\text{h}$$
$$N_{i_{g\max}} = 495\ \text{PS}_i$$
$$n_{s_{g\max}} = 2{,}707\ \text{t/Sek.}$$

C. Konstruktion des Hauptdiagramms.

In einem rechtwinkligen Achsenkreuz mit n_s als Abszissen, Ordinaten werde über den n_{s_g} die v_{e_g} aufgetragen. Strahl vom Ursprung zu einem Punkt (n_{s_g}, v_{e_g}) ent-
nach Gl. 2) $n_s = \frac{Q}{1440\ R}\,v_e$ einem bestimmten $\frac{Q}{R}$ und
für jede Füllung ε das zugehörige v_e. Alle diese
seien als »v_e-Strahlen« bezeichnet. Die v_{e_g} liegen
Geraden

$$v_{e_g} = 0{,}70 + 0{,}145\ n_{s_g}.$$

Die Verbindung der v_e für gleiche Füllung ε liefert
in Geraden-Büschel von »ε-Strahlen« aus dem Ursprung
0,100). Die ε-Strahlen sind aber für beiläufig $\varepsilon < 15\,\%$
ehr geradlinig; sie sind jedoch nur bis $\sim \varepsilon = 18\,\%$
und bis zu diesem Werte können sie noch ohne merk-
Fehler als gerade angenommen werden.
Die Konstruktion der ε-Kurven ist aus der Abb. 3
ch.
Konstruktion der D_i-Kurven. Wegen der besseren
g dieser Kurven in der Nähe ihrer Mindestwerte wurde
Darstellung ein drehbares rechtwinkliges Achsen-
rwendet, dessen Abszissenachse der jeweilige »v_e-Strahl«,
inate das zum betreffenden ε gehörige D_i ist.
n findet, daſs die Verbindungslinie der D_i für gleiches ε
s Gerade sind; dadurch sind Zwischenwerte leicht be-
r.

Die N_{i_s}-Kurven im oberen Diagramm sind aus $N_{is} = \frac{Q/R}{D_i}$
et und aufgetragen. Für die Verbindungskurve der
se sich ein analytischer Ausdruck aus unseren Gleichungen
es genügt aber die graphische Darstellung.

Auf Grund der Definition γ) $Z_{i_s} = \frac{Z_i}{\frac{J/100}{D}}$ können aus

$$Z_i = \frac{270\ N_i}{V} = \frac{270\ N_{i_s}\ R}{11{,}3\ D\ n_s \frac{R}{J/100}}$$

che indizierte Zugkraft« Linien gezeichnet werden.

hält $$Z_{i_s} = 23{,}89\,\frac{N_{i_s}}{n_s}$$

Im Diagramm der »N_{i_s}« werden die Kurven konstanter
eingezeichnet.
Für irgendein konstantes »n_s« denke man sich in
»N_{i_s}« die Größe $\frac{Q}{R}$ in der Zeichenebene senkrecht zur n_s-Ordinate aufgetragen; die Verbindung der Endpunkte ist eine Gerade.

i) Für irgendein konstantes »n_s« erhält man im Schnitt der auf dem v_e-Strahl errichteten Senkrechten mit der D_i-Geraden für die zugehörige Füllung, den Dampfverbrauch. Die Verbindungskurve ergibt »D_i« für konstantes »n_s« (»Strahlsche Betriebscharakteristik«).

An Beispielen sei nun der Gebrauch der aufgestellten Formeln und des Hauptdiagramms erläutert.

I. Die dauernde Höchstleistung und die zugehörige »günstigste« Geschwindigkeit der G 12 Lokomotive der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sei zu berechnen.

Es sei $\frac{Q}{R} = 3000$, $T = 330\,^0$ C. Die Lokomotive hat: $p_k = 15$ ata, $R = 3{,}90\ \text{m}^2$, $J = 252^1$ (drei Zylinder), $D = 1{,}40$ m. Es ist daher $\frac{R}{J/100} = \frac{3{,}9}{2{,}52} = 1{,}548$.

Nach Abb. 1 erhält man für $H = 6700$ Cal, $\frac{Q}{R} = 3000$, $r = 540$ und somit aus Gl. 7) $\varepsilon_g = 14{,}00 + 0{,}017 \times 540 = \mathbf{23{,}18}\,\%$ nach unserer Annahme ist für $\frac{Q}{R} = 3000$, ... $T = 349\,^0$ C und aus Gl. 6) $\mathbf{D_{i_g}} = 14{,}339 - 23{,}18\,(0{,}54 - 0{,}0102 \times 23{,}18) = \mathbf{7{,}315}$ kg PS_i h.

Da $T = 330\,^0$ vorausgesetzt wird, wird D_i im umgekehrten Verhältnis der adiabatischen Wärmegefälle für $p' = 1{,}6$ (vollständige Expansion) (oder für $p_{e_g} = 1{,}775$) größer.

$$\mathbf{D_{i_g}} \simeq \frac{112}{108{,}5} \cdot 7{,}315 = \mathbf{7{,}549}$$

Man erhält $$N_{i_{sg}} = \frac{3000}{7{,}549} = 397{,}4$$

und $$\mathbf{N_{i_g}} = 397{,}4 \times 3{,}9 = \mathbf{1550}\ \text{PS}_i$$

Aus Gl. 5) $p_{e_g} = 3{,}138 - 0{,}0588 \times 23{,}18 = 1{,}775$ erhält man mit Hilfe des JS-Diagramms $\mathbf{v_{e_g}} = \mathbf{0{,}988}$ und schliefslich aus $V_g = 11{,}3\ D\ n_s \frac{R}{J/100}$ mit $n_{s_g} = \frac{3000}{1440} \cdot 0{,}988 = 2{,}058$

$$\mathbf{V_g} = \mathbf{50{,}4}\ \text{km/h}.$$

II. Bestimmung der Geschwindigkeit V_r der Lokomotive Reihe 455,0 der Tschechoslowakischen Staatsbahn (2 D Lokomotive der früheren Kaschau-Oderberger Bahn) an der Reibungsgrenze. Nach Strahl ist die indizierte Reibungszugkraft $Z_{i_r} = \frac{G_a}{5}$ (ohne Sandstreuer) G_a = Reibungsgewicht, hier — = 60000 kg. Die Lokomotive hat: $p_k = 15$ ata, Zylinderdurchmesser $d = 610$ mm, Hub $s = 650$ mm (zwei Zylinder), $D = 1{,}700$ m, $R = 4{,}47\ \text{m}^2$.

Bei einer Anstrengung $\frac{Q}{R} = 2860$, $T = 347\,^0$ C erhält man $J = \frac{\pi}{4}\,d^2 s = 190\ \text{l}$

$$\frac{R}{J/100} = 2{,}3526$$
$$\frac{J/100}{D} = 1{,}118$$
$$Z_{i_r} = 12000$$
$$\mathbf{Z_{i_{s_r}}} = \frac{Z_{i_r}}{\frac{J/100}{D}} = \frac{12000}{1{,}118} = \mathbf{10730}$$

Aus Abb. 3: $\mathbf{n_{s_r}} = \mathbf{0{,}72}$

daher: $\mathbf{V_r} = 11{,}3 \times 1{,}7 \times 0{,}72 \times 2{,}3526 = \mathbf{32{,}5}$ km/h

$$N_{i_r} = \frac{12000 \times 32{,}5}{270} = 1443\ \text{PS}_i,\ \varepsilon_r \simeq 53\,\%.$$

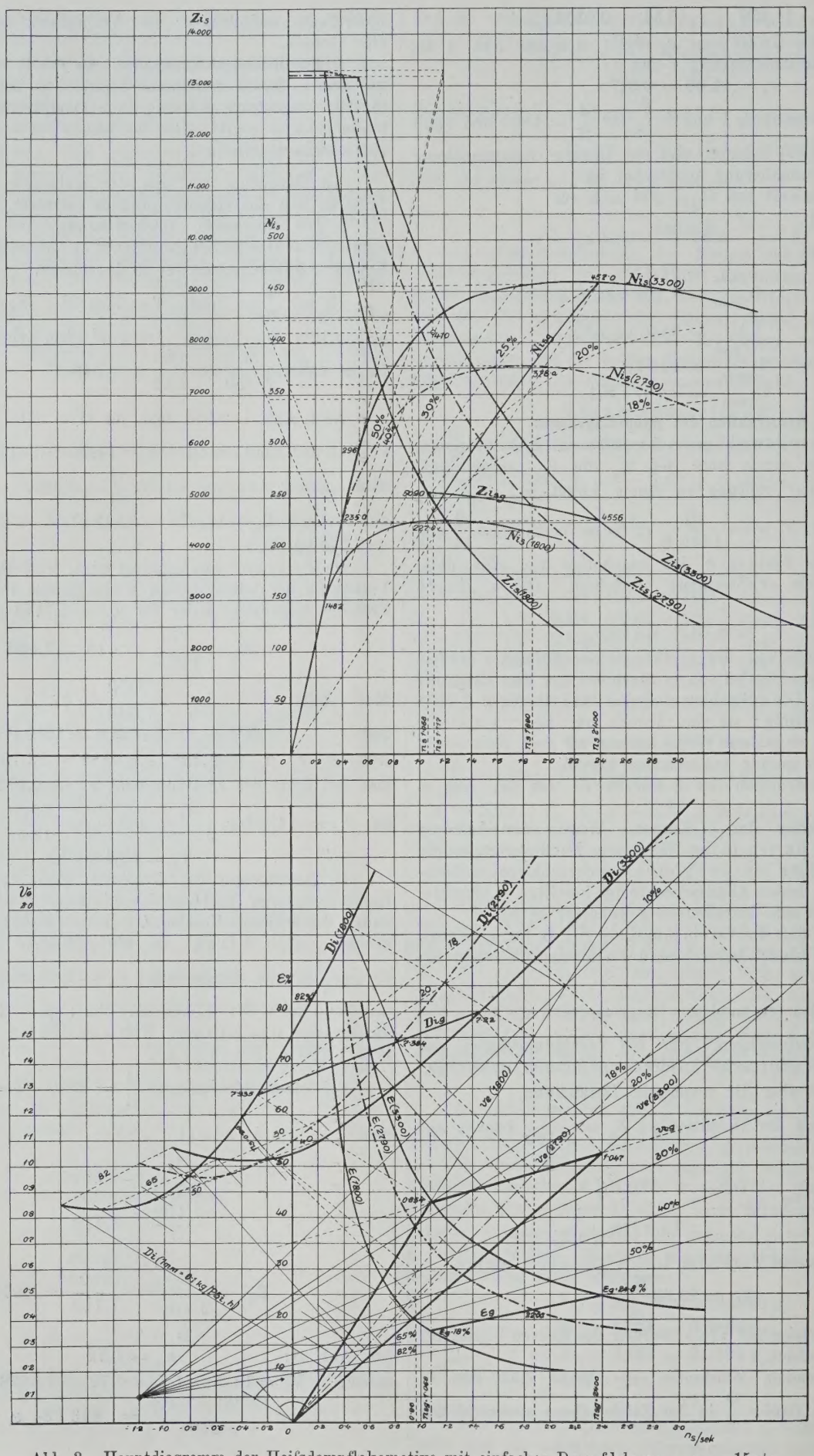


Abb. 3. Hauptdiagramm der Heifsdampflokomotive mit einfacher Dampfdehnung. $p_k = 15$ ata.

$= 3300$, wird $n_{s_r} = 0{,}84$

$$V_r = 38{,}0 \text{ km}$$
$$N_{i_r} = 1687 \text{ PS}_i$$
$$\varepsilon_r \simeq 53\,\%.$$

III. Berechnung einer Lokomotive bei gegebenem Betriebsamm.

Es soll eine Heifsdampf-Zwillingslokomotive berechnet en, welche

1. einen Güterzug von 800 t auf einer langen Steigung von $10\,‰$ (einschliefslich Bogenwiderstand) mit annähernd 30 km/h und
2. einen Güterzug von 560 t auf einer Steigung von $16\,‰$ mit ~ 25 km/h befördern kann.

Wir wählen: $p_k = 15$ ata, $V_{max} = 60$ km/h, Achsdruck 5,0 t.

Zu 1. Das Gewicht von Lokomotive und Tender kann ausgeführten Lokomotiven auf $G_{l+t} = 120$ t geschätzt n. Nach der »vereinfachten« Widerstandsformel ist:

$$W = (800 + 120)\left(2{,}5 + \frac{30^2}{2000} + 10\right) = 11910 \text{ kg}$$

einem mechanischen Wirkungsgrad $\eta_m = 0{,}90$ erhält man

$$Z_i = \frac{11910}{0{,}9} = 13230 \text{ kg}$$

$$N_i = \frac{13230 \times 30}{270} = 1470 \text{ PS}_i.$$

Die Rostanstrengung sei zu $r = 500$ kg für dauernde stleistung angenommen, womit aus Abb. 1 $\frac{Q}{R} = 2875$ sich

Aus Gl. 7) und Gl. 3) folgt $v_{e_g} = 0{,}982$.
Nimmt man $V_{max} = V_g = 60$ km/h an, so ist

$$n_{s_g} = \frac{2875}{1440} \times 0{,}982 \simeq 1{,}964.$$

Bei $V = 30$ km/h ist dann $n_s = \frac{1{,}964}{2} = \mathbf{0{,}982}$ und nach 3 die entsprechende spezifische Leistung $N_{i_s} \simeq 365 \text{ PS}_i$. ir $N_i = 1470 \text{ PS}_i$ brauchen, ergibt sich die notwendige äche zu $\mathbf{R = \frac{1470}{365} = 4{,}028 \text{ m}^2}$.

Der Triebraddurchmesser sei $D = 1{,}30$ m, dann ist aus

$$11{,}3 \times D \times n_{s_g} \times \frac{R}{J/100} = 60 = 11{,}3 \times 1{,}3 \times 1{,}964 \times \frac{4{,}028}{J/100}$$

$$\mathbf{J = 194\ l.}$$

Nach üblicher Annahme des Hubes, ergibt sich hieraus Zylinderdurchmesser.

Zu 2. Der Widerstand ergibt sich zu:

$$W = (560 + 120)\left(2{,}5 + \frac{25^2}{2000} + 16\right) = 12780 \text{ kg}$$

wieder Z_i, diesmal als indizierte Zugkraft an der Reibungse $\mathbf{Z_{i_r} = \frac{12780}{\eta_m} = \frac{12780}{0{,}90} = 14200}$ kg; mit $f_i = \frac{1}{5}$ wird otwendige Reibungsgewicht $\mathbf{G_a = 14200 \times 5 = 71000}$ kg rechend fünf gekuppelten Achsen zu $P = 14{,}2$ t Achsdruck. Die spezifisch indizierte Zugkraft:

$$Z_{i_{s_r}} = \frac{14200}{\frac{J/100}{D}} = \frac{14200}{1{,}492} \simeq \mathbf{9520} \text{ kg}$$

Abb. 3 $n_{s_r} = 0{,}86$, $V_r = 26{,}15$ km/h, $\varepsilon_r \simeq \mathbf{45}\,\%$.

D. Kurze Behandlung einiger Fragen, deren Beantwortung Abb. 3 erleichtert.

a) Ausnützung der Zugkraft an der Reibungsgrenze mit Rücksicht auf die dauernd anwendbare gröfste Füllung.

Wenn die, mit einem $f_i = \frac{1}{5}$ nach Beispiel II, bestimmte Füllung ε_r zu grofs wird und wegen der Feuerhaltung nicht für längere Zeit (Fahrt mit der Reibungsgeschwindigkeit im Beharrungszustande, zum Unterschied vom Anfahren, wo gröfsere Füllung für kurze Zeit in Betracht kommt) angewendet werden kann, mufs die Anstrengung der Lokomotive ermäfsigt werden; die Füllung des Beharrungszustandes wird: $\varepsilon_k < \varepsilon_r$, $V_b > V_r$ (siehe Ingenieur Arlet »Kritische Geschwindigkeit« in der Zeitschrift »Die Lokomotive« 1922). Wenn sich z. B. herausstellt, dafs die Lokomotive des Beispiels II eine Füllung von $\varepsilon_r = 53\,\%$ auf die Dauer nicht verträgt, so mufs mit $\varepsilon_k < 53\,\%$, z. B. $\varepsilon_k = 45\,\%$ gefahren werden. Bei $\frac{Q}{R} = \text{Konstante}$, wird dann $f_i < \frac{1}{5}$, $V_b > V_r$ (neue Reibungsgeschwindigkeit) und die Belastung wird kleiner.

b) Anfahren.

Für das, kurze Zeit dauernde, Anfahren auf starker Steigung kann 1. $\frac{Q}{R} = 3300$, 2. $f_i = \frac{1}{4}$ angenommen werden. Mit Hilfe der Abb. 3 lassen sich die mit zunehmender Umdrehungszahl abnehmenden Z_i bestimmen, ebenso der Dampfverbrauch und mit Abb. 1 dann auch der Kohlenverbrauch.

c) Gröfste mögliche Reibungszugkraft.

Nach Abb. 3 ist $Z_{i_{s_{max}}} \simeq 13360$; damit ist für eine bestimmte Lokomotive die gröfste Zugkraft aus der Kesselleistung und somit auch $f_{i_{max}}$ bestimmt. Die gröfste Füllung ist in Abb. 3 $\varepsilon_{max} = 82\,\%$ angenommen. Es wird meistens der Strahlsche Höchstwert $f_i = \frac{1}{3{,}33}$ nicht erreichbar sein.

d) Wahl der Zylindergröfse mit Rücksicht auf die Höchstfüllung an der Reibungsgrenze.

Je gröfser der Zylinderinhalt, desto kleiner wird, bei gleichem f_i, die Füllung ε_r. Man kann also auch $f_i > \frac{1}{5}$ erreichen, wenn entweder ε_r gröfser zugelassen wird, oder wenn J vergröfsert wird.

1. Die Rechnung, welche zugleich ein Beispiel zum Fall a bietet, werde für eine dreifach gekuppelte Heifsdampflokomotive mit $G_a = 3 \times 16 = 48$ t, $D = 1{,}700$ m, $p_k = 15$ ata, $R = 4{,}5 \text{ m}^2$ durchgeführt. Wie grofs mufs J sein, wenn $\varepsilon_r = 50\,\%$, $f_i = \frac{1}{4}$ und $\frac{Q}{R} = 3300$ angenommen wird?

Aus Abb. 3: $Z_{i_{s_r}} = 10400$

$$n_{s_r} = 0{,}90$$

da $Z_{i_r} = \frac{48000}{4} = 12000$ ist

entnimmt man $\frac{J/100}{D} = \frac{12000}{10400} = 1{,}154$

$$J/100 = 1{,}154 \times 1{,}7 = 1{,}96$$

$$\mathbf{J = 196^1}$$

Die Reibungsgeschwindigkeit ist $\mathbf{V_r = 39{,}8}$ km/h.

Bei einem normalen Wert $f_i = \frac{1}{5}$ und $\frac{Q}{R} = 2860$

ist $$Z_{i_r} = \frac{48000}{5} = 9600$$

$$Z_{i_{s_r}} = 8320$$

$$n_{s_r} = 1{,}08,\ V_r = 47{,}8$$

$$\varepsilon_r \simeq 36\,\%.$$

Diese Füllung ist für die, richtigerweise nur auf grofsen Steigungen vorkommende, Geschwindigkeit zu klein; Füllungen zwischen 30 und 40 % kommen für die günstigen Strecken zur Anwendung, auf den selteneren grofsen Steigungen kann $\varepsilon_r = 45\,\%$ betragen. Mit $f_j = \frac{1}{5}$ wird dann $Z_{i_{s_r}} = 9900$.

$$n_{s_r} = 0{,}82$$

$$J = \frac{9600 \times 1{,}7 \times 100}{9900} = \mathbf{165}\ l$$

$$V_r = \mathbf{44}\ \text{km/h}.$$

Damit ist auch eine gröfsere Spannung zwischen V_g und V_r erreicht, was für die Einstellung der notwendigen Leistungen vorteilhaft ist.

Im Falle $J = 196\ l$ ist $V_r = 47{,}8$, $V_g = 87{,}2$
» » $J = 165\ l$ ist $V_r = 44{,}0$, $V_g = 103{,}2$

und das Verhältnis wird einmal $\frac{V_g}{V_r} = \mathbf{1{,}824}$, das anderemal $= \mathbf{2{,}345}$.

2. Die Lokomotive habe $J = 170\ l$, $D = 1{,}7$ m, $R = 4{,}5\,m^2$, vier gekuppelte Achsen zu 16 t, also $G_a = 64000$ kg.

Mit $f_j = \frac{1}{5}$ ist $Z_{i_r} = 12800$

$$Z_{i_{s_r}} = \frac{12800}{\frac{1{,}7}{1{,}7}} = 12800$$

und nach Abb. 3 $n_{s_r} = \mathbf{0{,}56}$, $V_r = \mathbf{28{,}4}$, $\varepsilon_r = \mathbf{64}\,\%$.

Diese Füllung ist auf längere Zeit nicht einzuhalten, sie kann aber z. B. $\varepsilon_k = 45\,\%$ sein.

Dann ist $Z_{i_{s_r}} = 9900$

$$Z_{i_r} = 9900$$

$$f_j = \frac{1}{\mathbf{6{,}465}},\ V_r = 41{,}7\ \text{km/h}.$$

Diese geringe Ausnutzung der Reibung beweist, dafs die Zylinder zu klein sind und somit die vierte Kuppelachse zwecklos wäre. Um sie auszunutzen, wenn $f_j = \frac{1}{5}$, $\varepsilon_r = \varepsilon_k = 45\,\%$, also

$$Z_{i_r} = 12800$$

$$n_{s_r} = 0{,}82$$

$$Z_{i_{s_r}} = 9900 \text{ ist}$$

mufs $J = 100\,\frac{Z_{i_r}}{Z_{i_{s_r}}}\,D = \mathbf{221}\ l$ gewählt werden.

Dann ist $V_r = \mathbf{32{,}1}$ km/h (Reibungsgeschwindigkeit = kritische Geschwindigkeit nach Ing. Arlet.

e) Betriebscharakteristik nach Strahl.

Man kann für irgendeine Rostanstrengung nach bekanntem Verfahren die Belastungen berechnen und den stündlichen Dampf- und Kohlenverbrauch für jede Geschwindigkeit bestimmen; für Geschwindigkeiten unterhalb V_r ist zu beachten, dafs der spezifische Dampfverbrauch im Verhältnis des ganzen Wärmegefälles zum gedrosselten gröfser wird, da die Ausnützung des vollen Dampfdruckes infolge der Beschränkung der Zugkraft durch die Reibung unmöglich wird.

Aus der Belastung G und der Geschwindigkeit V erhält man im Produkt (G V) die Bruttotonnenkilometer. Der stündliche Verbrauch durch (G V) dividiert, ergibt den Verbrauch je Tonnenkilometer, welcher ein Mafsstab der Wirtschaftlichkeit ist. Für eine bestimmte Geschwindigkeit und Steigung läfst sich nun nach C, h und C, i die Strahlsche »Bet charakteristik« zeichnen. Als Abszissen erscheinen hie N_j, anstatt N_e nach Strahl.

Die Betriebscharakteristik in ihrer vollständigen Darst läfst dann Schlüsse auf den Einfluss der verschiedenen lastung des Zuges, auf die Änderung des Verbrauche anderer Geschwindigkeit und Steigung, die Eignung der motive für den verlangten Dienst u. ä. zu. Die weitlä Untersuchungen sollen an dieser Stelle nicht weiter beh werden.

E. Die Kennziffern der Lokomotive.

Die sogenannte erste Kennziffer $C_1 = \frac{d^2 s}{D}$ wird für Modell-Lokomotive

$$C_1 = \mathbf{1274}$$

Die zweite (Garbesche) für eine beliebige Loko

$$C_2 = \frac{d^2 s}{D\,G_a} \text{ wird}$$

$$C_2 = \frac{\mathbf{400}}{\pi}\,\frac{\mathbf{J}}{\mathbf{D\,G_a}}$$

wobei J in Litern, d und s in dm, D in dm, G_a in t setzen ist.

F. Abweichungen von den Annahmen und deren Berücksicht

1. Für eine Kohle von anderem Heizwert als $H = 6700$ sich bei gleichen Grenzanstrengungen $\frac{Q}{R}$ die Werte r. I ε_g unverändert bleiben, läfst sich die geänderte Gleichu $\varepsilon_g = a + b\,r$ leicht anschreiben. Die anderen Gleich bleiben unverändert.

2. Der Dampfdruck hat nur geringen Einfluss a (Strahl).

3. Werden die hier vorausgesetzten Dampftemper im Kessel nicht erreicht, so wird sich $\frac{Q}{R}$ für unveränd ändern und zwar für kleineres T' im Verhältnis $\frac{i_o - t}{i_o' - t}$ werden. Für die Anstrengungsgrenzen $\frac{Q}{R} = 1800$ bis ergeben sich somit kleinere r. Gl. 7) müfste ebenfall sprechend geändert werden.

4. Wenn die Dampftemperatur im Schieberkasten andere als die angenommene ist, so kann dies berücksi werden, indem D_j im Verhältnis der bez. Wärmegefälle ver wird; ebenso wird D_j durch eine Änderung des Dampf beeinflufst. Für den oft vorkommenden Druck $p_k =$ empfiehlt sich der vollständige Entwurf eines Hauptdiagr [Das in Gl. 2) vorkommende v_e mufs bei abweichenden Be bedingungen aus dem JS-Diagramm bestimmt werden, es sich dann auch n_s.]

G. Schlufs.

Die Verschiedenheit der Steuerungen, die Güte der führung u. ä. bewirkt, dafs die Vorausbestimmung der e baren Leistung einer zu entwerfenden Lokomotive ä schwierig ist. Im vorangehenden wurden durchwegs mö nicht gar zu günstige Voraussetzungen, insbesondere bez des Dampfverbrauchs gemacht; der Gütegrad des Indi diagramms, der ja nach Erfahrung angenommen werden ist derart gewählt, dafs mit dem Verfahren brauchbare l nisse erzielt werden.

Während der Beschäftigung des Verfassers mit vorlie Arbeit erschien das nachgelassene Werk von G. St mit Benützung der Angaben Strahls über den »Span

s wurde nachträglich eine wesentliche Vereinfachung des Verfahrens erreicht. Die Nachrechnung der Strahlschen fahrten und der amerikanischen Prüfstandversuche (Brück-) erhärtete die Brauchbarkeit dieses Vorschlages. Verfasser hat auch durch Durchrechnung einer Güterzuglokomotive, deren Leistung ihm durch amtliche und eigene Probefahrten einwandfrei bekannt ist, dieses Verfahren als verwendbar bestätigt gefunden.

Über exzentrische Belastung der Holzschwellen.

Von **Joseph Nemcsek**, Ing. der k. ung. Staatsbahnen, Hatvan.

Exzentrische Belastung der Holzschwellen findet statt bei ig schief abgeplatteten Schwellen, wie solche bei vielen n noch im Gebrauch sind, und weiter bei exzentrisch achten Unterlegplatten, die nach Umnagelungen häufig mmen. Die Beanspruchung von Holz und Bettung ist in Falle ungünstig: dies rechnerisch klarzulegen ist die e folgender Ableitungen.

er Schienendruck (ΣP) übt durch einen 1 cm breiten n quer zur Schwellenachse den Teildruck P auf die le aus, welcher fast genau $\frac{\Sigma P}{l}$ ist, wobei l die Länge nterlagsplatte (parallel zur Schwellenachse gemessen) et (siehe Abb. 1). Dieser Druck erregt wieder auf der n Seite der Schwelle einen gleich grofsen Gegendruck

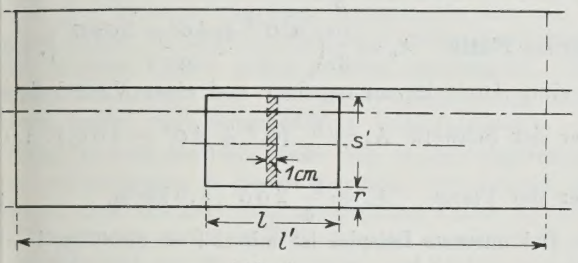


Abb. 1.

auf der Fläche l'. Die Verteilung der Kräfte in der Richtung der Schwellenachse soll hier nicht verfolgt werden, und das Verhältnis $\frac{l}{l'}$ bleibe unbestimmt.

Abb. 2 zeigt die Querschnitte der Spannungsprismen, die bei exzentrischer Belastung unter der Unterlagsplatte und über der Bettung auftreten. Sie müssen Trapeze sein, weil bei rechtwinkligen Figuren die Schwerebenen des oberen und unteren Spannungskörpers nicht zusammenfallen könnten.

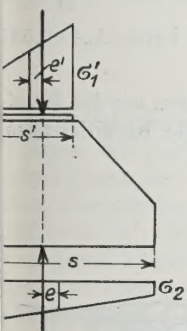


Abb. 2.

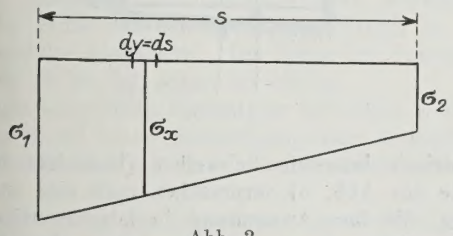


Abb. 3.

ählt man die in der Abb. 2 vorgeführten Bezeichnungen, die Spannungen:

$$\sigma_1 = \frac{P}{s}\left(1+\frac{6\,e}{s}\right) \text{ und } \sigma'_1 = \frac{P}{s'}\left(1+\frac{6\,e'}{s'}\right)$$

eraus die Exzentrizitäten:

$$e = \left(\frac{s\,\sigma_1}{P}-1\right)\frac{s}{6};\quad e' = \left(\frac{s'\,\sigma_1'}{P}-1\right)\frac{s'}{6}.$$

it den Exzentrizitäten können wir die statische Gleichtsbedingung ausdrücken: $r + \frac{s'}{2} + e' = \frac{s}{2} - e$. Diese gibt nach Benützung obiger Beziehungen

$$s^2\,\sigma_1 + s'^2\,\sigma_1' = -2\,P\,(3\,r + s' - 2\,s) \quad \ldots\ a)$$

Diese Bedingung genügt aber nicht zur Bestimmung der beiden Unbekannten (σ_1 und σ_1'), und es gibt auch keine weitere statisch bestimmte Bedingung, so dafs wir die Arbeitsgleichung der obwaltenden Kräfte aufstellen müssen. Die Aufgabe ist nicht die schablonenmäfsige, da wir es mit stetig ungleichmäfsig verteilten Kräften zu tun haben, doch das Prinzip der kleinsten Arbeit führt hier leicht zum Ziele.

Es bedeutet A die innere Formänderungsarbeit der Spannungen σ (deren Grenzen σ_1 und σ_2 sind) im Holze, und A' die innere Formänderungsarbeit der Spannungen σ' (deren Grenzen σ_1' und σ_2' sind) im Holze. Der Gleichung a) entsprechen noch immer unendlich viele Möglichkeiten der Spannungsverteilungen, doch jene einzige wird tatsächlich auftreten, bei welcher die inneren Formänderungsarbeiten A und A' zusammen den kleinsten Wert abgeben, d. h.:

$$\frac{d\,(A+A')}{d\,\sigma_1} = \frac{d\,A}{d\,\sigma_1} + \frac{d\,A'}{d\,\sigma_1} = 0 \quad \ldots\ b)$$

Wenn die Höhe der Schwelle mit h bezeichnet wird, und sie auf der Breite dx unter dem Einflusse der Spannung σ_x (s. Abb. 3) die elastische Formänderung $d\,h = \frac{h\,.\,\sigma_x}{E}$ erleidet, so ist der Ausdruck der inneren Arbeit:

$$A = \frac{1}{2}\int_0^{x=s} \sigma_x\,d_x\,d\,h = \frac{1}{2}\,\frac{h}{E}\int_0^{x=s}\sigma_x^2\,dx,$$

und ebenso $$A' = \frac{1}{2}\,\frac{h}{E}\int_0^{x=s'}\sigma_x'^2\,dx, \text{ Gleichung } \ldots\ b)$$

Somit wird: $$\frac{d}{d\,\sigma_1}\int_0^{x=s}\sigma_x^2\,dx + \frac{d}{d\,\sigma_1}\int_0^{x=s'}\sigma_x'^2\,dx = 0 \quad \ldots\ c)$$

Aus Abb. 3 ist ersichtlich, dafs $\sigma_x = \sigma_1 + \frac{2x(P-s\sigma_1)}{s^2}$ ist,

wodurch $$\int_0^{x=s}\sigma_x^2\,dx = \frac{s^2\,\sigma_1^2 + 4\,P^2 - 2\,P\,s\,\sigma_1}{3\,s} \text{ und}$$

$$\int_0^{x=s'}\sigma_x'^2\,dx = \frac{s'^2\,\sigma_1'^2 + 4\,P^2 - 2\,P\,s'\,\sigma_1'}{3\,s'} \text{ wird.}$$

Nach Gleichung c) wird daher

$$\frac{d}{d\,\sigma_1}\left(\frac{s^2\sigma_1^2+4P^2-2Ps\sigma_1}{3s}\right)+\frac{d}{d\,\sigma_1}\left(\frac{s'^2\sigma_1'^2+4P^2-2Ps'\sigma_1'}{3s'}\right)=0.$$

Aus der Bedingungsgleichung a) erhalten wir

$$\sigma_1' = \frac{-2\,P\,(3\,r+s'-2\,s) - s_1^2\,\sigma_1}{s'^2}.$$

Setzen wir dies in obige Gleichung ein, so erhalten wir durch Differenzieren die gröfste Spannung an der unteren Fläche der Schwelle bei exzentrischem Druck in der Form

$$\sigma_1 = \frac{P}{s\,s'^3 + s^4}\,[4\,s^3 - 3\,s^2\,(s'+2\,r) + s'^3] \quad \ldots\ d)$$

Da aber $l \neq l'$ ist, so erleidet dieser Ausdruck eine Reduktion; der verhältnismäfsige Einfluss der Exzentrizität ist aber auch bestimmbar, ohne dafs man die Verteilung der Druckkräfte senkrecht zur Kraftebene verfolgt. Es sei der gleichmäfsige Bettungsdruck unter der Schwelle bei zentrischer Belastung in der Ebene des Schienenlängsschnittes $\sigma = \frac{\sigma_1}{\varkappa}$, so ist der Einfluss der Exzentrizität aus $\frac{P}{s}\,\varkappa = P\,\frac{4\,s^3 - 3\,s^2\,(s'+2\,r) + s'^3}{s\,s'^3 + s^4}$ nach Ein-

führung der Verhältniszahlen $\frac{s'}{s} = \alpha$ und $\frac{2r}{s} = \beta$ berechenbar zu:

$$\varkappa = \frac{\alpha^3 + 4 - 3(\alpha + \beta)}{\alpha^3 + 1} \quad \ldots\ldots\ldots \text{e)}$$

Bei zentrischer Belastung, wenn also bei Schwellen rechtwinkeligen Querschnittes die Unterlegplatte über der Längsachse mittig liegt, ist $\beta = 1 - \alpha$, was in den Ausdruck für $\varkappa$ eingesetzt natürlich $= 1$ liefern mufs, da in diesem Falle $\sigma_1 = \sigma$ ist.

Wenn eine 16 cm breite Unterlegplatte am Rande einer Schwelle liegt, deren untere Breite 25 cm ist, wobei $P = \frac{8000}{18} = 444$ kg wird, so liefert obige Gleichung $\sigma_1 = 1{,}85\,\sigma$, d. h. eine 85 %ige Überbelastung der Bettung infolge der Exzentrizität, die sich zu 3,85 cm berechnen läfst.

Falls $\beta = 0$, sind die zusammengehörigen Werte:

$\alpha = 0{,}5$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\varkappa = 2{,}33$	1,99	1,67	1,40	1,17	1,00.

Für die Holzpressung unter der Platte liefert Gleichung a) den Übergang von σ_1 der Gleichung d) auf σ'_1. Es sei $\sigma_1' = \lambda\sigma = \lambda\frac{P}{s}$, wobei:

$$\lambda = \frac{3\alpha(1-\beta) - 2\alpha^3 + 1}{\alpha + \alpha^4} \quad \ldots\ldots\ldots \text{f)}$$

Wenn $\alpha = \beta = 0{,}5$ ist, so wird $\lambda = 2{,}00$ und wenn $\alpha = 0{,}5$, $\beta = 0$, so wird $\lambda = 2{,}666$, die Überbelastung beträgt also 33 %.

Bei $\sigma_1' = \lambda'\sigma' = \lambda'\frac{P}{s'}$ ist

$$\lambda' = \frac{1 + 3\alpha^2(1-\beta) - 2\alpha^3}{1 + \alpha^3} \quad \ldots\ldots\ldots \text{g)}$$

$\beta = 1 - \alpha$ gibt wieder $\lambda' = 1$ und $\alpha = 0{,}5$, $\beta = 0$, $\lambda' = 1{,}33$, also gleichfalls 33 % Überbelastung.

Es können aber noch gröfsere Beanspruchungen auftreten. Das ist leicht einzusehen, wenn die Resultierende aufserhalb des Kernes wirkt, also die Exzentrizität Dreiecksspannungsfiguren hervorruft.

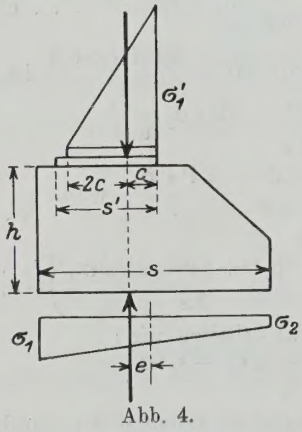


Abb. 4.

Das ist jedoch bei den in Frage kommenden Mafsen nicht der Fall, wenn man noch voraussetzt, dafs die Schiene die Unterlegplatte gleichmäfsig beansprucht. Dafs oben und unten Dreiecksfiguren nicht zugleich entstehen können, ist leicht zu beweisen, wogegen der Beweis, dafs der in der Abb. 4 angedeutete Fall nicht vorkommen kann, sehr langwierig ist. Wir begnügen uns an einem Beispiel zu zeigen, dafs der angedeutete Fall dem Satze vom Minimum der inneren Arbeiten widerspricht.

Wenn der Fall möglich wäre, so müfsten die statisch bestimmten und unbestimmten Bedingungen*) zu folgender Gleichung 3. Grades führen:

$$\sigma_1^3 - \sigma\sigma_1^2(1 - 4\varrho) + 4\sigma^2\varrho\sigma_1(1+\varrho) - 4\sigma^3(1+\varrho^2) = 0 \ldots \text{h)}$$

wo $\varrho = 2 - \frac{3}{2}\beta - 3\alpha$, $\sigma = \frac{P}{s}$, $\alpha = \frac{s'}{s}$, $\beta = \frac{2r}{s}$.

*) Die statisch bestimmte Bedingung lautet $\frac{s^2\sigma_1}{2P} - \frac{2P}{\sigma'} = 2s - 3r - 3s'$, und aus der Bedingung der kleinsten Formänderungsarbeit erhalten wir $\frac{d}{d\sigma_1}\left(\frac{s^2\sigma_1^2 + 4P^2 - 2Ps\sigma_1}{3s}\right) + \frac{d}{d\sigma_1}\frac{2}{3}P\sigma' = 0$. Es ist weiter hierin

$$\frac{d\sigma'}{d\sigma_1} = -\frac{4P^2s^2}{s^4\sigma_1^2 + 4P^2(2s - 3r - 3\sigma')^2 - 4Ps^2\sigma_1(2s - 3r - 3s')}.$$

σ' ist dann $= \frac{4\sigma^2}{\sigma_1 - 2\sigma\varrho}$ und $e = \left(\frac{s\sigma_1}{P} - 1\right)\frac{s}{6}$, $c = \frac{2}{3}$

Zur Probe mufs $r + s' - c = \frac{s}{2} - e$ sein.

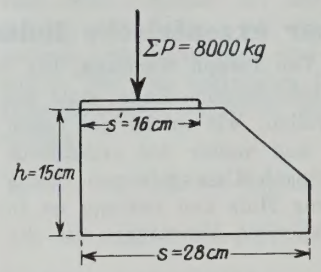


Abb. 5.

Berechnen wir nun den Fall der Abb. 5 nach Gleichu Wir bekommen $\sigma_1 = 25{,}4$ kg $\sigma' = 62{,}5$ kg/cm². Nehme dagegen Viereckfiguren a wäre nach Gleichung e)

$\sigma_1 = 33{,}0$ kg/cm² und $\sigma' = 37{,}5$ kg/cm².

Welche der beiden unter der Belastung tatsä eintritt, hängt davon ab, der ersten Gruppe der Spannungen oder bei der z gröfsere innere Arbeiten vorkommen.

Die inneren Arbeiten bei zwei viereckigen Spanfiguren sind:

unter der Schwelle $A_u = \frac{\varrho s}{3}(\sigma_1^2 + 4\sigma^2 - 2\sigma\sigma_1) \cdot 1{,}0$ kgcm

unter der Platte $A_o = \frac{\varrho s}{3}\left(\frac{a^2\sigma'^2 + 4\sigma^2 - 2\sigma a\sigma'}{a}\right) \cdot 1{,}0$

bei einer Dreieckspannungsfigur und einer Viereckfigur

unter der Schwelle $\bar{A}_u = \frac{\varrho s}{3}(\bar{\sigma}_1^2 + 4\sigma^2 - 2\sigma\bar{\sigma}_1) \cdot 1{,}0$

unter der Platte $\bar{A}_o = \frac{\varrho s}{3} 2\sigma\bar{\sigma}' \cdot 1{,}0$ kgcm.

Bei unserem Beispiel ist mit $\Sigma P = 8000$ kg, $l =$ $h = 15$ cm, $\varrho = \frac{h}{2E} = 0{,}0000681$ cm³kg^{-1}, $\sigma = \frac{\Sigma P}{sl}$, $s =$ $a = 0{,}57$, $A_u = 0{,}724$ kgcm, $A_o = 0{,}874$ kgcm, $\bar{A}_u = 0{,}53$ $\bar{A}_o = 1{,}260$ kgcm.

Da $A_u + A_o < \bar{A}_u + \bar{A}_o$ ist, so haben wir den Beweis dafs selbst in diesem extremen Fall die Resultierenden halb des Kernes verbleiben.

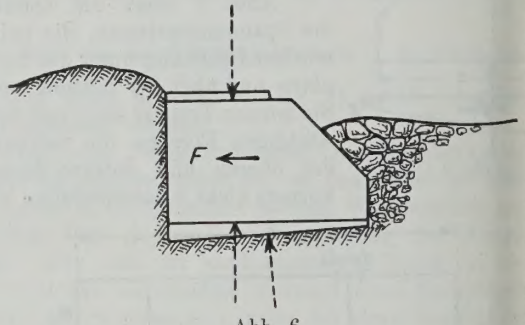


Abb. 6.

Exzentrisch belastete Schwellen (besonders solch Querschnitte der Abb. 6) verursachen noch eine unang Erscheinung, die ihre Anwendung in minderwertiger und bei Unterhaltung nach den Grundsätzen der plann Gleisunterhaltung nicht ratsam macht. Eine solche S wandert nämlich und zwar um so rascher, je weniger R widerstand die Bettung und die Schiene bieten. Währ gut unterstopfter Schwelle in Steinschlag die Wanderun merkbar ist, kommt die Schwelle in schlechtem S besonders wenn fehlerhaft oder zu selten nachgestop erst durch den Gegendruck eines aufgestauchten Schott und durch die Spannwirkungen einer inzwischen eintr schrägen Lage der wandernden Schwelle in einen Gleichg zustand. Der Abstand von der Nachbarschwelle ka dabei nach zahlreichen Aufmessungen bis zu 25 bis 30 ändern.

emerkenswert bei dieser Wanderung einzelner Schwellen
fs die Schwelle mit ihrer lotrechten Fläche F vorwärts-
nicht aber in der Richtung ihrer Keilform. Die Schwelle
ebt sich also in jener Richtung, wohin die Resultierende
ruckkräfte bei der exzentrischen Belastung von der
rungsachse des Schwellenfeldes vorrückt. Die Ursache
in der ungleichförmigen Belastung der Bettung zu suchen
odurch leicht eine schiefe Auflagerfläche unter der hohl-
en Schwelle entsteht. Wenn auch die resultierende
erkraft, die zu dieser schiefen Fläche senkrecht zu

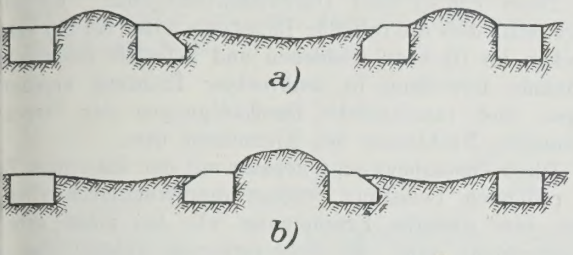


Abb. 7.

ist, eine kleinere wagrechte Komponente hat als die
g, so wirken die Schwingungen der entlasteten Schwelle
eser schiefen Fläche sicher wanderungserregend. Eine
dfreie Erklärung und numerische Behandlung dieser
erheit bedarf noch eingehenderer Untersuchungen.

ichtig ist noch der Fall, wenn zwei seitlich abgeschrägte
len nebeneinander zu liegen kommen; hier können bald
rungen nach den zwei entgegengesetzten Fällen a) und b)
b. 7 eintreten. Auf diese Weise können einzelne Schwellen
ntgegengesetzt zur Wanderrichtung der Schiene wandern,
ergwärts. Dagegen konnten selbst in sparsam unter-haltener Schotterbettung kaum jemals Fälle beobachtet werden, dafs solche Schwellen auf die Dauer fest stehen, noch weniger, dafs sie entgegen der angeführten Regel wandern.

Lehrreich ist die Beobachtung, dafs bei ausgeräumtem Schotter die in ihre ursprüngliche Einteilungen gebrachten Schwellen nach drei bis vier Tagen beträchtliche Wanderungen ausführen, je in der Richtung ihrer exzentrischen Beanspruchung.

Bei Nebenbahnen sind mitunter schräg liegende Mittelschwellen bemerkbar; die Untersuchung wird bei den meisten ergeben, dafs die eine Unterlegplatte exzentrisch liegt, die andere besser oder ganz symmetrisch.

Unsere Untersuchungen führen zu folgenden Ergebnissen über das Verhalten exzentrisch belasteter Schwellen:

1. Die Beanspruchung des Holzes unter der Platte ist um 20 bis 40 % gröfser als bei gleichmäfsiger Belastung durch die in der Mittellinie auflagernde Platte; dieser Umstand ist nicht zu unterschätzen, wenn man bedenkt, dafs die Kraftübertragung durch die Platte senkrecht zu den Holzfasern geschieht und die Beanspruchung durch den Plattenrand als Abscherung parallel zu den Fasern wirkt. In der Tat sind solche Schwellen durch die Platten am meisten eingekerbt und man wird immer beobachten, dafs die Einkerbungen an jener Plattenseite am stärksten sind, die der Schwellenmitte näher liegt. Die oben angedeutete Prozentzahl wird noch gröfser, wenn die Schiene in ihren elastischen Schwingungen mehr an dieser Vorderseite der Platte den Raddruck übermittelt.

2. Die Bettung kann eine fast 100 %-ige einseitige Überbelastung erfahren, wobei gleichzeitig die andere Seite stark entlastet wird, wodurch die Schwelle sehr bald hohl zu liegen kommt.

3. Wenn die Schwelle nicht auf bester Unterlage liegt und öfter unterstopft wird, so wandert sie und es entstehen unzulässige Schwellenabstände.

Plötzliche Wanderungen der Schwellen.

Von **Elemèr v. Pàl**, Dipl.-Ingenieur. Inspektor der kgl. ung. Staats-Eisenbahn.

an bemerkt öfters Schwellen, die ganz nahe zur Nachbare liegen. Als Begleiterscheinung zeigt sich eine unnatürufbauschung der Bettung.

iese Erscheinung, die durch die rollende Belastung cht wird, sei »Schwellenwanderung« genannt.
s sei darauf hingewiesen, dafs auch die allgemein bekannte enenwanderung« eine Verschiebung der Schwellen zur haben kann. Diese Erscheinung zeigt denselben ter, wird aber durch andere Ursachen hervorgerufen also von der »Schwellenwanderung« streng zu unter-n*). Solche Schwellenwanderungen werden in der in der Mitte der Schienenfelder, seltener in der Nähe ienenstöfse beobachtet. Die Masse der Verschiebungen n oft 25 bis 30, sogar bis 50 cm.
ewegen sich beide Enden der Schwellen gleichmäfsig, man es mit einer zweiseitigen, wenn hingegen nur ein erschoben wird, mit einer einseitigen Schwellenwanderung

iese Bewegung der Schwellen unterscheidet sich von den n Veränderungen des Oberbaues (z. B. Schienenwanderung, gen usw.). Diese entstehen langsam und benötigen nal Monate, sogar Jahre, bis sie bemerkt werden. Mit hwellenwanderungen steht die Sache jedoch anders, denn bachtungen und die Begleiterscheinungen haben ergeben, e plötzlich, wie durch Schlagwirkung an einem im vornicht bestimmbaren Orte auftreten.

Diese Erscheinung soll im folgenden in kurzer Zusammenfassung erklärt werden.

Eine Schwelle drängt sich derart in die Nähe der Nachbarschwelle, als ob sie auf ihren Schienennägeln hinge, der Drang erzeugt vor sich eine Aufbauschung, hinter sich eine Lücke in der Bettung.

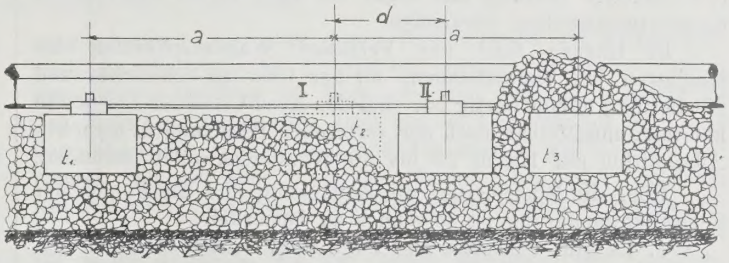


Abb. 1. Wanderschwelle. Schwelle t_2 wandert von Lage I in Lage II und bauscht die Bettung auf. a ist die ursprüngliche Schwellenweite, d die Gröfse der Wanderung.

Der erste Eindruck bei der Beobachtung einer Wanderschwelle (Abb. 1) ist, als ob jemand gegen die Mitte der Schwellenoberkante einen starken Hammerschlag geführt hätte. Man sucht die Spuren dieses starken Schlages, glaubt ihn verursacht durch hängende Wagenbestandteile, findet aber nichts. Diese Schwellenwanderungen haben zweierlei sehr gefährliche Eigenschaften. Die eine ist ihre rasche Entstehung, die zweite ist der im vorhinein nicht bestimmbare Ort. Betreffs der raschen Entstehung bemerkt man, dafs ein einziger durchfahrender Zug eine derartige Schwellenwanderung hervorrufen kann. Dies läfst sich durch folgende Beobachtungen begründen:

(Anmerkung der Schriftleitung). Es dürfte sich empfehlen, zlich und sprunghaft auftretende „Schwellenwanderung" zum hied von der ähnlichen Folgeerscheinung des Schienenwanderns em besonderen Namen zu bezeichnen, etwa mit „Schwellen-

1. Die Aufbauschung der Bettung macht den Eindruck einer Sprengung und zwar deshalb, weil die grofsen Bettungskörner weiter, die kleineren näher an der Wanderschwelle liegen; ferner, weil zwischen der Wanderschwelle und der aufgebauschten Bettung ein senkrechter, 8 bis 10 mm breiter Zwischenraum sichtbar wird, der dadurch entsteht, dafs die elastische Bettung die Wanderschwelle zurückwirft. Dieser Spalt verschwindet jedoch wieder durch die walzende Wirkung der nachkommenden Züge. Die Ansicht, dafs ein entgegengesetzt kommender Zug solchen Spalt erzeugen kann, ist nicht zutreffend, da ein dadurch entstandener Spalt auch später sichtbar bleiben würde.

Bei einer frisch entstandenen Schwellenwanderung ist die obere Seite der Schwelle von einer kleinkörnigen dünnen Schotterschicht bedeckt, weil die Bettung vor der raschen Bewegung der Schwelle nicht ausweichen kann und auf die Schwelle zurückfällt. Diese dünne Schotterschicht verschwindet dann teilweise durch die Erschütterung, durch den Luftstrom der rollenden Züge, ist aber bei einer frischen Wanderschwelle immer sichtbar.

2. Infolge der Verschiebung verkratzen die Befestigungsmittel den Schienenfufs oben oder unten, je nachdem ob Unterlagsplatten oder nur Schienennägel vorhanden sind.

Diese Verkratzungen bestätigen die Schnelligkeit der Verschiebung und beweisen die gleichzeitige Verschiebung der ganzen Schwelle. Diese Verkratzungen zeigen der ganzen Länge nach Metallglanz, der sich selbstredend mit der Zeit oxydiert, so dafs nur die rostige Spur zurückbleibt, die noch lange Zeit sichtbar ist.

Eine andere gefährliche Erscheinung der Schwellenwanderung ist ihr unerwartetes Auftreten. Den Ort einer kommenden Schwellenwanderung verrät weder der Zustand der Schwelle noch der des Bahngleises. Eine Schwellenwanderung entsteht unbedingt, wenn die Lastübertragung an der Schwellenlagerfläche nicht in die senkrechte Mittellinie oder in ihre unmittelbare Nähe fällt. Bei einer Schwelle mit trapezförmigem Querschnitt kommt dies öfter vor.

Wanderschwellen kommen bei jedem Oberbau, auf jeder Haupt- und Nebenlinie, in der Geraden sowie in Krümmungen, Gefällen und Steigungen vor, wenn die Gleiserhaltung nicht mit entsprechender Sorgfalt durchgeführt wird. Aufserdem hat man beobachtet, dafs Schwellenwanderungen sehr häufig in verschmutzter Bettung und sogar bei kurz vorher eingebauten Eisenbetonschwellen entstanden.

In Ungarn fand der Verfasser Wanderschwellen am häufigsten bei Vizinalbahnen, wo der Oberbau schwächer und die Bettung minderwertig ist. Bei der Arad-Csanáder-Eisenbahn hat man unmittelbar nach der serbischen Besetzung in manchen Abschnitten auf 100 m 25 bis 30 Wanderschwellen gefunden.

Über die Einzelheiten, die Entstehung und die Folgen der Schwellenwanderung ist folgendes zu bemerken:

1. Es gibt einseitige und zweiseitige Schwellenwanderung, bei letzterer bewegen sich die beiden Enden der Schwelle ungleichmäfsig.

2. Nur bei grofsem Gefälle geht die Fortbewegung in der Fallrichtung, bei geringem oder auf der Wagrechten kann die Fortbewegung in beiden Richtungen vorkommen, bei Nachbarschwellen sogar in entgegengesetzter Richtung. Dies beweist am schlagendsten, dafs sich die Schwelle unmöglich durch Schienenwanderung fortbewegt haben kann.

3. In der Nähe von Haltestellen, wo schnellfahrende Züge stark bremsen, hat man Wanderschwellen in gröfserer Anzahl beobachtet als auf der übrigen Strecke.

4. Wichtig sind die geologischen Verhältnisse des Untergrundes. Unserer Überzeugung nach erleichtert elastischer Untergrund wie z. B. Torf, Moor, feuchter Lehm usw. die Entstehung von Schwellenwanderungen.

Wenn sich einer Schwelle eine rollende Belastung näh
treten laut Coüards Beobachtungen folgende Erscheinunge
1. Wenn das erste Rad 6 m vor der Schwelle ist, s
sich diese aus ihrer Ruhestellung.
2. Wenn das erste Rad 3 m vor der Schwelle ist,
reicht ihre Aufwärtsbewegung den Höhepunkt.
3. Wenn das erste Rad 2 m vor der Schwelle ist, so
sich diese unter ihre Ruhestellung und erreicht
4. ihren tiefsten Punkt, wenn das Rad sich übe
Schwelle befindet.

Diese Zahlen sind Durchschnittsangaben. Es ist
festgestellt, dafs die rollende Belastung selbst bei gut erha
Strecken im Oberbau (Schienen und Schwelle zusammen
pendelnde Bewegung in senkrechter Richtung erzeugt.
Folgen sind verschiedene Beschädigungen der Strecke
Senkungen, Nachlassen des Kleineisens usw.

Diese Pendelbewegung gepaart mit der walzenden W
der rollenden Belastung erzeugt die Wanderschwellen.
haben hier dieselbe Erscheinung wie bei einer arbei
Strafsenwalze, wenn die Schotterkörner infolge des s
Druckes herausspringen. Ziehen wir noch aufserde
Elastizität der Schiene in Betracht, so haben wir alle Urs
die eine Wanderschwelle erzeugen.

Wenn wir auf einem in einer horizontalen Ebene lie
Körper durch einen Hebel, dessen Gelenk in derselben
liegt, einen Druck in senkrechter Richtung ausüben
Abb. 2), so bewegt sich unter gewissen Umständen
Körper trotz des senkrechten Druckes horizontal. Die M
keit dieser horizontalen Bewegung hängt aufser von der
der Kraft noch vom Reibungswiderstand und vom A
winkel ab.

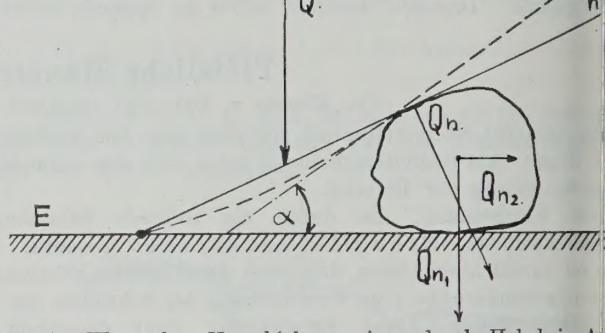


Abb. 2. Wagrechte Verschiebung eines durch Hebel in A genommenen Körpers.

Die Verschiebung der Schwelle kann nun folgende
erklärt werden.

Das gegen die Schwelle rollende Rad drückt laut C
(Punkt 3) die Schwelle aus ihrer Ruhelage nach abwä
Einbiegung der Schiene dreht die Schwelle um ihre
Kante gegen die rollenden Räder und drückt die Schw
die Bettung. Infolge dieser Verdrückung entsteht
lockeren Bettung eine schiefe Böschung, auf welche die w
Wirkung der Räder die gelockerte Schwelle hinaufdrü

Der Winkel dieser entstandenen Böschung ist
trapezförmigen Schwelle steiler, als bei der gewöhnlich
die Folge ist, dafs bei einer trapezförmigen Schwelle ei
drückung beinahe immer erfolgt. Es wirkt hier ein Kr
weil der Gegendruck der Bettung nicht in die Richtu
Lastübertragung fällt, und weil die untere Fläche dieser S
breiter ist als die obere (siehe Abb. 3). Je breiter dies
Fläche ist, um so gröfser ist der entstehende Hebelarm,
das Trägheitsmoment, infolgedessen auch der Winkel,
die untere Fläche unter Beeinflussung der Einbiegung au
Die Auflagefläche, auf welcher die Schwelle liegt, ist

helage eine Fläche, beim Überfahren eines Rades bildet terfläche der Schwelle eine zylindrische Oberfläche. ie gelockerte Schwelle mufs somit beim Überfahren jedes en Rades eine ziemlich verwickelte Bewegung ausführen. ie Bedingungen für das Entstehen der Schwellenwanderung somit wie folgt zusammengefafst werden:

) Lockerung der sich verschiebenden Schwelle;
) Die Befestigungsmittel halten den Schienenfufs nicht fest;
) Vor der entstehenden Wanderschwelle müssen zwei bis drei Schwellen gelockert sein;
) ebenso mufs die nach der Wanderschwelle liegende Schwelle locker sein, weil dann die Einbiegung um so gröfser sein kann.

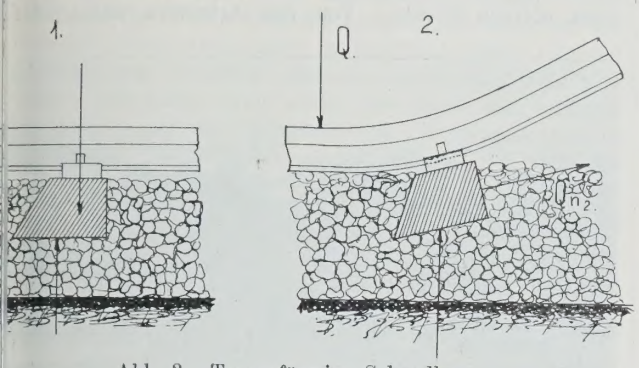


Abb. 3. Trapezförmige Schwelle.
1. in Ruhelage, 2. in Lage 3 von Goüard.

n wichtiger Einflufs ist noch die Zuggeschwindigkeit, ht im Verein mit der Bremsung; zahlenmäfsige Angaben iese Einflüsse können aber noch nicht gemacht werden. on der Kraft, welche diese Bewegung hervorruft, brauchen horizontale Komponente, doch ist dieselbe aus den zur ung stehenden Angaben schwer zu bestimmen, weil wir rhinein nicht wissen, welche Schwelle die bekannten nungen zeigen wird. Unserer Meinung nach ist zur ckung einer Schwelle keine grofse Kraft nötig, denn es bekannt, dafs das Zurückschlagen einer Schwelle auf Platz für zwei Arbeiter eine geringe Arbeit ist. Das hundertfache dieser Kraft kann ein rollender Zug leicht hervorrufen und dies genügt schon, dafs eine Schwellenwanderung entsteht.

Diese Frage könnte man durch matematische Berechnung auf verschiedene Weise lösen, aber wir kommen leichter zum Ziel, wenn wir durch Messungen und Beobachtungen den Grund einer Erscheinung aufklären. Dieser Weg ist zwar länger, aber der Erfolg sicherer.

Bei beiderseitigen Wanderschwellen ändert sich auch die Schwellenweite und tritt infolgedessen in den Schienen eine schädliche Spannungsvermehrung auf.

Wenn beide Schwellenenden im gleichen Mafse verschoben sind, so entsteht keine Spurverengung, immer aber bei ungleichmäfsiger Verrückung; bei 20 cm Verdrückung kann die Spurverengung schon 9 mm betragen.

Die Folgen solcher Verdrückungen sind nicht nur Spurverengungen, sondern es werden auch die Unterlegplatten, die Nägel und die Schienenschrauben locker, die Schwelle wird beschädigt, die Nagellöcher werden gröfser, mit einem Wort, die Einheit des Bahngeleises ist an dieser Stelle gestört.

Da die notwendigen Ausbesserungen (Schotterung, Stoffersatz, Zurückschlagen der Schwelle u. s. w.) grofse Kosten verursachten, so mufs getrachtet werden, die Entstehung der Schwellenwanderung möglichst zu verhindern.

Die Bewegung der Schwelle ist sehr verschieden und beträgt oft 1 bis 2 cm. Bei beiderseitiger Wanderschwelle kann sie 20 bis 30 cm, sogar 50 cm erreichen. Bei einseitigen Wanderschwellen beträgt die gröfste Bewegung 22 cm (nach Messungen des Verfassers). Dabei entsteht schon eine Verengerung von 14 mm.

Nur durch sorgfältige und gewissenhafte Erhaltung der Gleise kann die Entstehung der Schwellenwanderung verhütet werden. Bei dem heutigen Vorgehen, wo nur stellenweise Ausbesserungen durchgeführt werden und dadurch die Einheit der Strecke gestört wird, werden Wanderschwellen immer entstehen.

Die Schwellenwanderung an sich ist ja nicht gefährlich, kann es aber werden, wenn man sie unbeachtet läfst. Jedenfalls ist eine Wanderschwelle ein Warnungszeichen, dafs die Strecke nicht in Ordnung ist.

Ein schwieriger Umbau: Bahnhof Cannon Street der englischen Südbahn.

Von Geh. Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf.

ie alte englische Südostbahn endigte bis zum Jahre 1864 nhof London Bridge südlich der Themse; es bedeutete einen grofsen Vorteil gegenüber den anderen Eisen- von Süd-England, dafs sie 1864 ihren Bahnhof Charing nd am 1. September 1866 den Bahnhof Cannon Street, uf dem Nordufer der Themse gelegen, in Betrieb nehmen mit in die City und das Westend eindringen konnte. sten für diese Neubauten, die zwei Themsebrücken ein-n, waren allerdings aufserordentlich hoch; sie hatten nig über 4 km Länge den für die damalige Zeit unge- Betrag von 4 Mill. Pfd. Sterl. (über 80 Mill. Mark) aus- t. In dem Zustande, in dem er 1865 geschaffen worden der Bahnhof Cannon Street bis in die Mitte des Jahres rblieben, ein Zeichen dafür, dafs seine Erbauer einen Blick gehabt haben. Betreffs der Verkehrsleistung dieses fs und ihrer Zunahme in der letzten Zeit sei hier nur t, dafs an einem 21stündigen Betriebstag im Jahre 1912 Zug- und Lokomotivfahrten den Bahnhof berührten und ese Zahl bis 1925 auf 1500 angewachsen war. Zur gung dieses Verkehrs standen zehn Bahnsteigkanten mit leisen auf einer Breite von 62,5 m zur Verfügung; die ige waren 264 m lang, einer davon war bis auf die brücke, die sich unmittelbar an den Bahnhof anschliefst, vorgeschoben. Quer über dieser Brücke stand bis Mitte 1925 auch das Stellwerk Nr. 1, das mit seinen 244 Hebeln lange Zeit für das gröfste der Welt gegolten, jedenfalls immer zu den gröfsten gezählt hat. Dafs ein solcher Bahnhof im Laufe der Jahrzehnte erweiterungsbedürftig werden mufste, ist klar; ebenso klar ist aber, dafs eine Erweiterung zwar technisch möglich war, nach den räumlichen Verhältnissen aber geradezu ausgeschlossen schien, wenn man bedenkt, dafs der Bahnhof auf seiner Kopfseite von der engen Bebauung der Londoner City eingeschlossen wird und auf der Aufsenseite ein Teil seiner Bahnsteige bis auf die Brücke, seine letzten Weichenverbindungen sogar über die Brücke hinüber bis auf das jenseitige Ufer reichen. Wenn also die Leistungsfähigkeit des Bahnhofs Cannon Street erhöht werden sollte, so konnte das nur durch betriebliche Veränderungen und durch einen Umbau innerhalb des gegebenen Rahmens, nicht aber durch Erweiterung der Anlagen geschehen. So ist man denn auch vorgegangen, ehe aber die Neuordnung der Dinge beschrieben wird, mufs noch ein Punkt der Vorgeschichte, die Einführung elektrischer Zugförderung im Londoner Vorortverkehr, berührt werden.

Durch das Eisenbahngesetz von 1921 wurden bekanntlich die bis dahin in zahlreiche Einzelnetze zersplitterten englischen Eisenbahnen, im wesentlichen nach geographischen Gesichts-

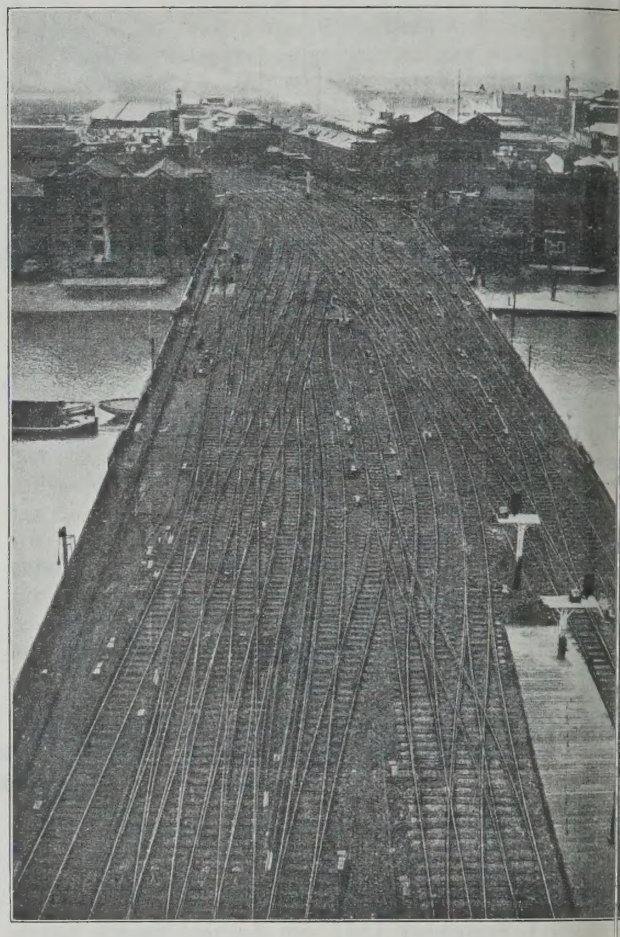
punkten, zu vier grofsen Gruppen zusammengefafst, und der neu gegründeten Südbahn fiel dadurch das Verkehrsgebiet südlich und östlich von London auf dem Südufer der Themse, damit auch dasjenige der ehemaligen Südostbahn zu, die s. Z. den Bahnhof Cannon Street gebaut hatte. In diesem Gebiet ist seit 1909 die Einführung elektrischen Betriebes im Gange, die seitdem stetig weiter ausgedehnt worden ist. Im Juni 1926 sind hier die auf drei verschiedenen Wegen nach Dartford führenden Strecken auf elektrische Zugförderung umgestellt worden, und damit sind die Arbeiten zur Einführung elektrischen Betriebs auf den Vorortstrecken der Südbahn zum Abschlufs gekommen. Die Kosten für das, was bisher hier geschaffen worden ist, haben 160 Mill. Mark betragen. Die Südbahn betreibt jetzt ein Netz von 1042 km Gleislänge elektrisch, was zur Zeit das gröfste zusammenhängende derartige Netz ist. Damit ist u. a. eine der gröfsten englischen Eisenbahnen, diejenige von London nach Greenwich, die im Jahre 1833 zum Bau genehmigt und im Jahre 1837 eröffnet worden ist, zu elektrischem Betrieb übergegangen. Im Zusammenhang mit der Einführung dieser neuen Betriebsform sind auch die Umänderungen auf dem Bahnhof Cannon Street vorgenommen worden.

Obgleich Cannon Street ein Kopfbahnhof ist, haben doch bis 1922 die Züge dort nicht geendigt. Von London Bridge kommend, wendeten sie vielmehr sofort in Cannon Street, um nach Charing Crofs weiterzufahren, und umgekehrt. Dabei mufsten die Züge, z. B. die von Charing Crofs, also von Westen kommenden, auf der Brücke die Hauptgleise kreuzen, um einen mittleren oder östlichen Bahnsteig zu erreichen, von dem sie wieder ausfahren konnten. Diese Betriebsart ist neuerdings aufgegeben worden. Die Strecke London Bridge—Cannon Street wird nur noch von in Cannon Street endigenden Zügen befahren. Reisende, die nach Charing Crofs wollen, müssen in London Bridge umsteigen, oder von Cannon Street mit der Untergrundbahn, die beide Bahnhöfe berührt, weiterfahren, wenn sie es nicht vorziehen, den Omnibus zu benutzen, der ja im Londoner Verkehrswesen eine überragende Rolle spielt. Im Zusammenhang mit dieser veränderten Betriebsart und trotz der dadurch geschaffenen Erleichterungen machte sich ein Umbau der Bahnsteig- und Gleisanlagen nötig, dem aber der Zugverkehr unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gestellt haben würde, wenn man ihn hätte während des Betriebes vornehmen wollen; man entschlofs sich daher, den Bahnhof Cannon Street während des Umbaus stillzulegen, eine Mafsnahme, die im neuzeitlichen Eisenbahnwesen gewifs ihresgleichen sucht. Um aber den Umbau so schnell wie möglich fertigstellen zu können, wurden alle seine Gleise vorher an anderer Stelle zusammengebaut, um dort aufgehoben und an ihrem endgültigen Ort wieder eingebaut zu werden. Dieses Bauverfahren mag zum Teil damit zusammenhängen, dafs die englischen Eisenbahnen nicht so streng wie z. B. die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft an Regelformen für ihre Weichen festhalten, sondern früher allgemein und vielleicht auch heute noch in gewissen Fällen die Weichen auf einem Schnürboden aufreifsen und danach zusammenbauen. Bei den beengten Verhältnissen des Bahnhofs Charing Crofs wäre es möglicher Weise auch gar nicht gelungen, mit Regelformen durchzukommen.

Als Bauplatz, sozusagen als Schnürboden, für die neue Gleisanlage wurde ein freies Feld in der Nähe des Güterbahnhofs New Crofs Gate, etwa 5 km von Cannon Street entfernt, ausgewählt. Die ganze Anlage, die die vor den Bahnsteigenden liegenden Gleise umfafst, ist etwa 300 m lang; ihre Teile wiegen mehrere 1000 t. Diese Gleisanlagen wurden auf dem Feld bei New Crofs Gate vollständig betriebsfertig zusammengestellt, die Weichenmotoren wurden eingebaut, die Stromschienen wurden neben den Gleisen verlegt, die Schienenverbinder für den Stromübergang wurden angeschlossen, alle Stromkabel für den Zug- und den Signalbetrieb wurden probeweise verlegt. Die Zusammensetzung der einzelnen Gleisabschnitte war darauf schnitten, dafs sie bequem aufgehoben und an der endgü Stelle wieder eingebaut werden konnten.

Ehe dies geschah, wurden die Bahnsteige auf dem hof Cannon Street Schritt für Schritt umgebaut. Einige teile der Themsebrücke, die durch die Neuanlage stärk bisher beansprucht wurden, mufsten verstärkt werden.

Am Sonnabend, den 5. Juni, nachmittags 3 Uhr, der Bahnhof Cannon Street für den öffentlichen Verke schlossen und der Leitung des Umbaus in vollem U überwiesen. Sie verfügte für ihre Arbeiten über 500 bauarbeiter und 250 andere Arbeitskräfte, die in drei Sch arbeiteten, über die nötigen Bauzüge, Hebezeuge und üb sonst nötigen Geräte. Von den Arbeitern hatte jeder



Blick vom Bahnhof Charing Grofs auf die Themse-Brüc (neuer Zustand).

besonderen Auftrag. Nach einem kurzen Probebetrieb d anlage trat am Montag, den 28. Juni, morgens 4 U Betrieb wieder die Herrschaft über den umgebauten B an, allerdings zunächst nur mit einem Fahrplan von und ausfahrenden Zügen täglich. In den Mittagstunden der Verkehr der Züge wieder unterbrochen, um die Anlage noch einmal durchzusehen und zu überholen. Störung wird für den Verkehr leicht zu ertragen gewes denn Cannon Street hat fast nur Geschäftsverkehr der den Morgen- und Abendstunden — rush hours — a Sonntags, wo also kein Geschäftsverkehr stattfindet, li Bahnhof still.

Zu den Umbauarbeiten gehörte auch der Abbru die Gleise überquerenden Stellerei Nr. 1 über der Brüc der Neubau eines Stellwerks auf dem Nordufer neb

, also etwa in Höhe der Bahnsteigenden, das auch die ellerei Nr. 2 neben der Drehscheibe auf dem Südufer etzt. An Stelle des Handbetriebs der alten ist bei der Anlage Kraftbetrieb getreten, und die neuen Vorrich- nehmen infolgedessen erheblich weniger Platz ein. Die Signale sind Lichtsignale mit vier, stellenweise auch gnalbildern. Die neue Anlage enthält 75 Weichen und ngen gegen 86 der alten.

ie alte Anlage des Bahnhofs Charing Crofs enthielt, wie erwähnt, neun Gleise an zehn Bahnsteigkanten. Das eine war nämlich sozusagen in den einen Bahnsteig einge- en und endigte etwa 100 m vor dem Kopfende der n Gleise, um durch diese Anordnung jenseits seines des Raum für die in England übliche, bis zwischen die führende Droschkenanfahrt zu schaffen; dafür reichten hnsteigkanten zwischen diesem verkürzten Gleis und beiden Nachbarn weit über den Kopf der anderen eige hinaus auf die Themsebrücke. Die neue Anlage r noch acht Bahnsteigkanten und acht Gleise; während ei der alten nur vier Gleise elektrisch befahren werden n, sind es nunmehr fünf, und jeder Bahnsteig kann on jedem Gleis aus erreicht werden; umgekehrt können ge von jeder Bahnsteigkante über jedes Gleis ausfahren. nd früher die Gleise für den elektrischen Betrieb in tte lagen, sind sie nunmehr am östlichen Rande ange- Das erwähnte verkürzte Gleis diente nur noch als Not- bei besonders lebhaftem Verkehr; aber auch dann war seine mefähigkeit beschränkt, weil am Bahnsteig nur Züge von rer als der Regellänge Platz finden konnten; jetzt sind hnsteige so lang, dafs alle Züge an ihnen halten können. n Mangel der alten Anlagen war auch, dafs sie wenig für leerfahrende Lokomotiven bot; Lokomotiven, die einen in Cannon Street wendenden Zug bei der Ausfahrt übernehmen sollten, mufsten daher häufig auf den Hauptgleisen warten. Die Einführung elektrischen Betriebes hat natürlich in dieser Beziehung gründlich Wandel geschaffen, solange aber in Cannon Street noch Dampfzüge verkehren und solange elektrische Züge von Lokomotiven gezogen werden, hört das Warten von Lokomotiven, um einen ausfahrenden Zug zu übernehmen, nicht auf, wenn auch sein Umfang zurückgegangen ist. Auf diesem Gebiet bedeutet aber die Neuanlage schon eine erhebliche Verbesserung. Die Abbildung zeigt einen Blick von einem erhöhten Punkt des Bahnhofs auf die Gleisentwicklung auf der vor ihm liegenden Brücke.

Von Cannon Street nach London Bridge führen jetzt vier Gleise, die paarweise nebeneinander in der gleichen Richtung befahren werden; von ihnen aus können, wie schon erwähnt, alle Bahnsteiggleise erreicht werden und umgekehrt. Alle diese vier Gleise sind für elektrischen Betrieb ausgestattet, aber auf dem Bahnhof selbst fehlt noch die elektrische Ausrüstung für die drei westlichen Randgleise, die jedoch jederzeit nachgeholt werden kann. In der Richtung nach Charing Crofs führen zwei Gleise, die sich dann aufserhalb des Bahnhofs zu drei Strängen ausbreiten und damit der Gleisanlage entsprechen, die von London Bridge nach Charing Crofs führt. Hier werden jedoch in Zukunft ebenso wie bisher nur einzelne Lokomotiven und Leerzüge verkehren.

Die Umbauarbeiten sind ohne Störung vor sich gegangen; sie wurden zum Teil von den eigenen Kräften der Südbahn, zum Teil von einem Unternehmer ausgeführt. Ein Teil der Weichen ist in bahneigenen Werkstätten gebaut worden, andere sind ebenso wie die Signalanlagen usw. von aufserhalb bezogen worden, und auch hier haben neben den Arbeitskräften der Eisenbahn die Lieferwerke beim Einbau mitgewirkt.

Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau

Zu dem Aufsatz »Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau« in Heft 21 des vorigen Jahrganges erhielt die Schrift- folgende Zuschriften:

Zu den Ausführungen von Herrn Driessen in Heft 21 ans vorigen Jahres möchte ich zunächst all das hervor- worin ich mit Herrn Driessen einig gehe. Das ist m die hohe Wertschätzung des überaus einfachen, leichten ndlichen Okhuizen-Mefsgerätes für statische Messungen e Einschätzung der Geigerschen Vorrichtung mindestens es grundlegenden Versuches zu einem Fortschritte der ngsmefstechnik auf dynamischem Gebiet. Die geringe ge des Okhuizen ist zweifellos ein Vorteil der Vor- g, soweit es sich um Oberbaumessungen handelt, l man beim Brückenbau etwas gröfsere Mefslängen . Die Aufzeichnung des Okhuizen mittels feiner Neu- itze auf Indikatorpapier war mir nicht bekannt, da sie n Versuchen, denen ich anwohnte, nicht angewendet Eine solche Aufzeichnung ist zweifellos eine Verbesserung er der mit Bleistiftspitze. Dafs die Aufzeichnung des Apparates mittels Flüssigkeitsreibung noch besser ist, ebe ich Herrn Driessen recht. Ich stimme Herrn sen auch bei, dafs man daran denken könnte, die ng des Streifens am Okhuizen-Apparat durch ein Uhrwerk tzen, das gesondert aufgestellt wird. Bisher hatte die n-Vorrichtung dieses Uhrwerk nicht. Soferne sich s der getrennten Aufstellung von Mefsvorrichtung und k Vorteile ergeben sollten, stünde es ja wohl auch der gerschen Vorrichtung frei, sich diesen Vorteil anzueignen. e scheinen, soviel mir bekannt, allgemein eine Neigung svorrichtungen gezeigt zu haben, bei hohen Schwingungs- zuviel zu zeigen und zwar um so mehr, je gröfser die asse der Mefsvorrichtung ist. Wie man sich das erklärt, leicht einmal von einer Stelle, die sich selbst mit den en befafst hat, eingehend dargelegt werden. Man glaubt, hohen Schwingungszahlen infolge der damit verbundenen Beschleunigungen und bei grofsen Apparatenmafsen sowohl in den Teilen der Vorrichtungen selbst, wie auch an den Befestigungsstellen der Körnerspitzen der Vorrichtung Formänderungen entstehen, die die Anzeigen fälschen. Es wäre also recht wohl möglich, dafs man künftig danach streben wird, die Vorrichtungen so leicht wie möglich zu machen und das unvermeidlich schwere Uhrwerk von der eigentlichen Anzeigevorrichtung zu trennen.

Ich gehe auch weiter mit Herrn Driessen einig darin, dafs der »Okhuizen« das Mittel aus vielen Messungen oder wenigstens die ruhenden Spannungen, um die sich die Obertöne lagern, im allgemeinen richtig wiedergibt. Nur in der Einschätzung der technischen Bedeutung dieses Mittels scheinen unsere Ansichten grundsätzlich auseinanderzugehen. Der Ingenieur mufs doch ganz allgemein seine Bauwerke für die höchsten vorkommenden Beanspruchungen berechnen und nicht für die Mittelwerte. Das gilt ganz allgemein im Bauwesen, also auch für den Eisenbahnoberbau. Wenn ich einen Bauteil habe, von dem ich weifs, dafs er z. B. Beanspruchungen von $+ 4000$ kg/cm^2 und $- 4000$ kg/cm^2 ausgesetzt sein kann und dafs er bei beiden überbeansprucht wird, so darf sich der Ingenieur nicht dabei beruhigen, dafs das Mittel aus $+ 4000 = \text{Null}$ ist. Tatsächlich geht aber die Mittelwerttheorie, auch auf den Oberbau angewendet, auf eine solche ganz ungerechtfertigte Beruhigung hinaus. Ich glaube allerdings, dafs es in diesem Fall ein Hauptzweck der Messungen sein mufs, die äufsersten Beanspruchungswerte, die einer Berechnung zugrunde zu legen sind, zu ermitteln und nicht nur die Mittelwerte.

Bei geringen Geschwindigkeiten werden zweifellos die dynamischen Oberschwingungen nicht viel ausmachen. Bis zu einer gewissen Grenze können wir uns vermutlich bei den Ergebnissen der ungleich einfacheren Okhuizen-Vorrichtung genügen lassen. Aber bei grofsen Geschwindigkeiten weichen

die statischen und dynamischen Spannungsbilder völlig von einander ab. Eine Vorrichtung, die überhaupt nicht darauf Anspruch macht, dynamisch eingestellt zu sein, wird in solchen Fällen zweifellos ganz unzuverlässig anzeigen. Das wollte ich in meinem Aufsatz Heft 10 des Organs vorigen Jahres augenfällig an Beispielen und Schaubildern nachweisen.

Der von Driessen bemerkte Verbesserungsfaktor 1,4 an einzelnen ausschreitenden Angaben der Dr. Geiger-Vorrichtung rührt nicht von mir her, sondern von Dr. Geiger selbst, der ja, wie Herr Driessen weifs, die Schaubilder von Heft 10 des Organs selbst aufgenommen hat und der sie auch selbst ausgewertet hat. Dafs er hierbei sich genötigt gesehen hat, an einzelnen Werten einen Verbesserungsfaktor anzubringen, ist zweifellos als ein Eingeständnis aufzufassen, dafs Herr Dr. Geiger den Aufschreibungen seiner Vorrichtung an diesen Punkten selbst nicht getraut hat. Er ging bei Festsetzung des Verbesserungsfaktors von dem bekannten Schaubild aus, das ich im Organ 1926, Heft 10, S. 184 wiedergegeben habe und das besagt, dafs der tatsächliche Ausschlag nur dann annähernd richtig wiedergegeben wird, wenn die beobachtete Schwingungszahl etwa bis zu $^1/_4$ der Eigenschwingungszahl des Mefsgerätes beträgt. Im vorliegenden Fall soll aber dieses Verhältnis gegen $^1/_2$ gewesen sein. Dafür ergibt sich bei mangelnder Dämpfung etwa ein Verbesserungsfaktor 1,4. Immerhin haftet diesem Werte 1,4, zumal auf alle ausschreitenden Punkte gleichmäfsig angewendet, bei der Unsicherheit des Verhältnisses, Möglichkeit der Dämpfung usw. etwas Willkürliches an.

Eine Vorrichtung, die überhaupt keinen Versuch macht, auf dem Gebiete einer Aufzeichnung dynamischer Werte zu arbeiten, wird natürlich auf diesem Gebiete auch keine Fehler machen. Einer Vorrichtung aber, die damit, dafs sie sich auf dieses äufserst schwierige und unsichere Gebiet wagt, einen Fortschritt bringt, werden wir zugute halten müssen, wenn sie in manchen Fällen offensichtlich fehlerhaft ist, wenigstens solange wir erst am Beginn von Versuchen dynamischer Aufzeichnungen stehen. Die wissenschaftliche Grundlage, auf der die Geigersche Vorrichtung an dynamische Messungen herantritt, ist jedenfalls eine richtigere als die der Okhuizen-Vorrichtung. Damit möchte ich aber keineswegs Okhuizen nahetreten. Die Okhuizen-Vorrichtung macht ja gar nicht den Anspruch, dynamisch eingestellt zu sein. Wie aus dem inzwischen veröffentlichten Ergebnis des Preisausschreibens der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft hervorgeht, sind wir von der Errungenschaft wirklich allen Ansprüchen genügender Mefsvorrichtungen vielleicht doch noch beträchtlich weiter entfernt, als zu Beginn der Sache geglaubt wurde.

Es scheint mir jetzt schon recht wahrscheinlich, dafs die dynamischen Messungen am Oberbau an Mefsvorrichtungen die allergröfsten Ansprüche stellen werden, vermutlich viel gröfsere, als dies z. B. bei Brücken der Fall ist. Wir haben es augenscheinlich am Oberbau mit ganz ungeheuren Schwingungszahlen zu tun. Ich habe schon in meinem Aufsatz in Heft 10 von einer Annahme bis gegen 20 000 Eigenschwingungen in der Minute gesprochen, ich zweifle aber, ob damit die obere Grenze schon erreicht ist. Ing. Schlatter hat kürzlich in der »Gleistechnik« 1926, Heft 15/16 den kühnen Versuch gemacht, die Eigenschwingungen am Oberbau zu rechnen. Er ist auf beiläufig 63 000 in der Minute gekommen. Die Rechnungsweise von Schlatter ist offenbar nach verschiedener Richtung angreifbar, jedenfalls läfst sie sich verbessern, aber etwas sicher Richtiges zu geben, ist schwer möglich. Ein Versuch, anders zu rechnen, führte mich auf Werte, die über die 63 000 noch weit hinausgingen. Ich habe den Versuch, die Eigenschwingungen an der Eisenbahnschiene zu rechnen, daher vorderhand aufgegeben unter dem Eindruck, dafs man da je nach Annahme alles Mögliche herausrechnen kann, aber ich glaube, dafs wir jetzt schon mit der Möglichkeit uns befassen müssen, dafs man es am Eisenbahnoberbau mit ganz ungeahnt grofsen Schwingungszahlen zu tun hat. Von dieser Eigenschwingungszahl geh bekanntlich die Theorie der Mefstechnik dynamischer spruchungen aus. Mechanisch aufzeichnende Mefsvorricht einer für die Verhältnisse am Eisenbahnoberbau genügend Eigenschwingungszahl haben wir eben noch nicht. Wir sie erst zu bekommen suchen.

Was schliefslich den Versuch betrifft, den Herr Dri mit der Geiger-Vorrichtung gemacht hat und den er am in seinen Ausführungen erwähnt, so besteht ja wohl Zweifel, dafs hier die Geiger-Vorrichtung Angaben mac der Wirklichkeit nicht zu entsprechen scheinen. Es wä Bedeutung gewesen, festzustellen, wie sich denn der Ok im gleichen Falle benimmt. Vielleicht hätte er in Falle auf Grund seiner Reibung überhaupt nichts g Richtig wäre das natürlich auch nicht. Im übrigen b selbst nicht in der Lage, Versuche zu machen, ich v aber, dafs eine mafsgebende Versuchsstelle sich um die annehmen wird. Wir sind ja wohl bei unseren dynam Mefsvorrichtungen noch nicht so weit, dafs wir sie ohne Überlegung und ohne besondere schwingungstheoretische nisse beliebig handwerksmäfsig anwenden können. W Eigenschwingungen oder erzwungene Schwingungen bei solchen einmaligen harten Stofs, wie ihn Herr Dri angewendet hat, auftreten, wissen wir nicht. Offenbar sie in der Nähe der Eigenschwingungszahl der Mefsvorric

Im übrigen begrüfse ich Driessens Ausführung einen bedeutungsvollen Beitrag zu jetzt spielenden Ver auf schwierigstem Gebiet der Wahrheit näher zu komm

Dr. Heinrich Sal

II. Zu dem Aufsatz des Herrn Ch. Driessen »Dyna Messungen am Eisenbahnoberbau« seien nachfolgend Bemerkungen gemacht. Es dürfte dies schon aus dem nahe liegen, weil sich Herr Driessen in diesem Aufs wesentlichen mit dem von mir angegebenen Dehnung bzw. mit einem Vergleich mit dem von Okhuizen g beschäftigt.

Ich mufs mich zunächst gegen die Abb. 2, Taf. Aufsatzes von Herrn Driessen wenden. Hier sind Schwingungen gleicher Amplitude untereinander gezeichn der Zeichnung ergibt der Mittelwert dieser sechs Schwin 25 %. Wer aber gibt nun Gewähr, dafs dieser Mit auch bei Messungen im Durchschnitt erreicht wird?

Theoretisch sind alle beliebigen Mittelwerte z + 100 % und — 100 %, also auch Werte weit übe möglich, je nach den Phasenwinkeln, unter denen die ei sechs Schwingungen zu einander stehen; ein gegen Fortfallen aller Überragungen der Mittellinie wird als aus rein mathematischen Gründen nicht eintreten, wen Einzelwert in der Amplitude richtig und lediglich in de falsch wäre. Um wie viel mehr müssen aber Irrtüm treten, wenn aufser den Fehlern in der Phase noch in der Amplitude vorhanden sind, wie sie aus schwi theoretischen Gründen ohne weiteres folgen.

Auch aus physikalischen Gründen wird übrigens ein seitiges Aufheben der Fehler unwahrscheinlich sein: Bet wir ein einzelnes über einen bestimmten Schienenst einer gegebenen Geschwindigkeit rollendes Rad. Das R die anschliefsenden Schienen in Schwingungen und d Dehnungsschwankungen versetzen.

Wenn wir den Versuch beliebig oft wiederholen, es klar, dafs z. B. das Eintreten des ersten Dehnungsma immer ein und dieselbe, wenn auch sich sehr kleine Ze Passieren des Schienenstofses erfolgt, und nicht das ei etwa nach $^1/_{100}$ Sekunde und das andere Mal nach $^3/_1$ wird also der Mittelwert aus einer grofsen Anzahl Me immer mit dem entsprechenden Einzelwert einer Mess nähernd übereinstimmen und nicht etwa z. B. nur 2

enden Falle davon betragen. Der Fehler wird also durch eines sogenannten Mittelwertes aus vielen Messungen vegs aus der Welt geschafft.

ewifs gibt der Okhuizen dadurch, dafs er auf rasch lnde dynamische Spannungen nicht mehr reagiert, einen ert, aber dieser Mittelwert ist eben im wesentlichen anderes als die statische Beanspruchung; die er gleichzeitig damit auftretenden dynamischen Spannungen ch leider aus diesem Mittelwert, auch wenn noch so id sorgfältige Messungsergebnisse zur Verfügung ständen, ntnehmen.

err Driessen hebt mit Recht die Einfachheit des en-Dehnungsmessers hervor. Der Geiger-Dehnungs- ist demgegenüber allerdings in dreifacher Hinsicht elter.

r besitzt erstens ein Präzisionslaufwerk mit Fliehkraft- das so stabil gebaut ist, dafs es auch bei stärksten tterungen eine sehr gleichmäfsige Fortbewegung des andes bewerkstelligt. Aufserdem gestattet dieses Uhrwerk eränderung der Papiergeschwindigkeit in den sehr weiten n zwischen 0,2 und 20 m/Min. Würde man ein Uhrwerk n gleichen Forderungen beim Okhuizen anwenden, so selbstredend seine Einfachheit verloren gehen. Die nkeit, das Uhrwerk getrennt vom eigentlichen Mefsgerät ellen, besteht natürlich bei beiden in Rede stehenden gsmessern in gleichem Mafse. Ihre Anwendung dürfte er kaum allgemein lohnen, denn zunächst bietet sich i der getrennten Anordnung von Mefsgerät und Uhrwerk bei Brücken kaum die Möglichkeit, das Uhrwerk an wirklich erschütterungsfreien Ort aufzustellen, anderer- zu beachten, dafs es zur Überleitung der Drehbewegung ischer Mittel (biegsame Welle, Kardangelenke usf.) die durch Lose und schlecht kontrollierbare Reibungen gt Unzuverlässigkeit hinsichtlich gleich- n Ganges mit sich bringen.

n zweiter Grund der gröfseren Komplikation eiger« ist die Anwendung je einer elek- Zeit — und Laststellungsmarkierung üssigkeitsschreibern und mit Vorrichtung viele derartige Apparate elektrisch zu- schalten zu können.

n dritter Grund besteht endlich in der An- g des Gitterschreibhebels mit Flüssigkeits- ng, der allerdings wesentlich teurer als der Okhuizen-Registrierhebel ist und auch eine stellung mit Hilfe einer Justierschraube t, wozu noch der bequemen Bedienung ein Handgriff zum plötzlichen Abheben des hebels kommt. Die in Anwendung gebrachte kation ist aber durch die damit erzielten n Herrn Driessen hervorgehobenen Vor- hl gerechtfertigt.

n möchte ferner ausdrücklich darauf auf- n machen, dafs der in dem Aufsatz von ller angegebene Verbesserungsfaktor 1,4 richtiger $\frac{1}{1,4}$ — keineswegs »willkürlich« n ist, sondern sich vielmehr folgendermafsen

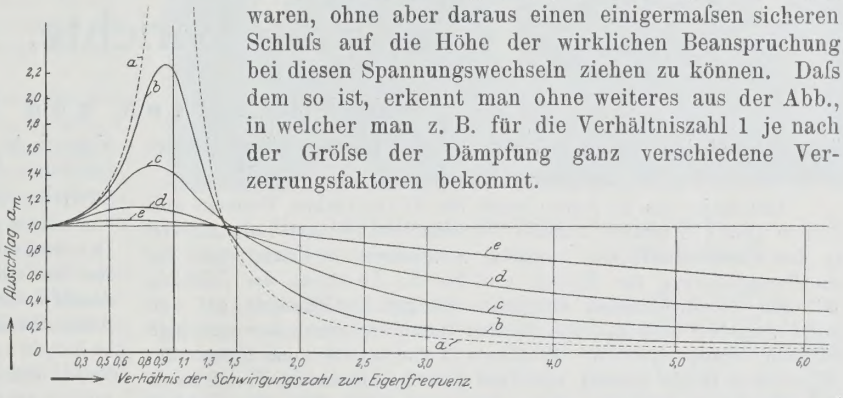
$$a_m = \frac{a_{wirkl.}}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_e}\right)^2}.$$

Die Ableitung dieser Gleichung ist u. a. in meinem Werk »Mechanische Schwingungen und deren Messung« Seite 181 geschildert.

Weiterhin wird man vielleicht einwenden, dafs durch den Einflufs der Dämpfung eine gewisse Veränderung des Ausschlags a_m zu dem Ausschlag $a_{wirkl.}$ eintrete. Dieses Verhältnis habe ich bereits früher eingehend untersucht, wobei sich für den Fall einer sogenannten Relativdämpfung, die bei dem in Rede stehenden Mefsinstrument die Hauptrolle spielt, die in der Abb. dargestellten Verhältnisse ergeben.

Man erkennt daraus, dafs der Fehler in dem Gebiet zwischen der Frequenzzahl 0 und einer der Eigenschwingung gleichkommenden Frequenz um so geringer wird, je stärker die Dämpfung ist. Trotzdem ist aber von diesem günstigen Einflufs bei der Angabe des Verzerrungsfaktors 1,4 kein Gebrauch gemacht worden, weil die Gröfse des Dämpfungsfaktors sich nur schwer genau bestimmen läfst und von verschiedenen, nicht leicht kontrollierbaren Einflüssen abhängig ist.

An Hand der oben genannten Gleichung kennt man ohne weiteres, dafs natürlich dieser Verzerrungsfaktor je nach dem Verhältnis, in dem erzwingende Frequenz und Eigenfrequenz zueinander stehen, verschieden grofs sein wird. Ist diese Verhältniszahl unter 0,25, so kann man von der Anbringung eines Korrekturfaktors überhaupt absehen. Bis zu einem Wert von etwa 0,7 ist dagegen eine Korrektur unbedingt notwendig. Steigt diese Verhältniszahl über 0,7, so besitzen die unter diesen Umständen erhaltenen Mefsresultate keinen quantitativen, sondern nur qualitativen Wert, d. h. man kann lediglich aus den Diagrammen herauslesen, dafs derart rasch wechselnde Spannungen überhaupt vorhanden waren, ohne aber daraus einen einigermafsen sicheren Schlufs auf die Höhe der wirklichen Beanspruchung bei diesen Spannungswechseln ziehen zu können. Dafs dem so ist, erkennt man ohne weiteres aus der Abb., in welcher man z. B. für die Verhältniszahl 1 je nach der Gröfse der Dämpfung ganz verschiedene Verzerrungsfaktoren bekommt.



Schwingungsausschlag einer mit einem Punkt „A" elastisch verbundenen Masse „M" für den Fall, dafs „A" gegebene harmonische Schwingungen ausführt und eine Dämpfung vorhanden ist, welche proportional dem Relativausschlag zwischen der Masse „M" und dem Punkt „A" ist:

a) bei Dämpfung = o.
b) „ 1/4 der aperiodischen Dämpfung.
c) „ 1/2 „ „ „
d) „ der aperiodischen Dämpfung.
e) „ 2mal der aperiodischen Dämpfung.

i den damaligen Messungen ergab sich experimentell enfrequenz des an der Schiene befestigten Geiger-Mefs- zu ~ 11500. Bei hoher Geschwindigkeit wechselten Gröfstausschläge mit einer Frequenz von ~ 6000/Min. it etwas mehr als der Hälfte der Eigenfrequenz.

ir diesen Fall ergibt sich aber rein mathematisch ohne ng eine Verzerrung des wirklichen Ausschlages gegenüber messenen a_m um 40% entsprechend der Gleichung

Ich komme nun zu dem von Herrn Driessen durchgeführten Schlagversuch und kann mich hierbei ebenfalls wieder auf die zuvor erwähnte Gleichung bzw. Abb. zur weiteren Erläuterung beziehen.

Die Eigenfrequenz einer unbelasteten Schiene liegt nach Überschlagsrechnung in der Gegend von etwa 60000 pro Minute. Denselben Wert fand unter anderem auch Schlatter in der »Gleistechnik«. Aus der Gleichung bzw. Abb. erhellt

nun ohne weiteres, dafs eine Masse m, deren Eigenfrequenz bei 11 500 pro Minute liegt, auf Schwingungen des Punktes A von einer Frequenz von 60 000 pro Minute unmöglich mehr anspricht. Die Ausschläge der Masse m d. h. im Falle unseres Mefsgerätes des Zeigers werden vielmehr verschwindend klein. Zu beachten ist natürlich, dafs durch den Kramphammerschlag nicht nur die Schienen, sondern auch der Apparat selbst in Eigenschwingungen versetzt wurde. Das was der Apparat aufgezeichnet hat, sind daher vermutlich lediglich Eigenschwingungen des Mefsgerätes und nicht Spannungswechsel der Schienen. Man kann also aus diesem Diagramm nicht eine Beanspruchung der Schienen ausrechnen. Wie wir an Hand der Abb. erkennen, reicht eben der Mefsbereich jedes Dehnungsmefsgerätes von einer Schwingungszahl 0 bis zu etwa der Hälfte der Eigenfrequenz.

Der Leser wird nun natürlich fragen, ob es nicht möglich ist, diese Eigenfrequenz wesentlich höher zu rücken. Dazu ist zu bemerken, dafs die Eigenfrequenz bei dem Herrn Driessen von mir geliehenen Apparat deswegen verhältnismäfsig niedrig lag, weil dieser Apparat von vornherein gar nicht als Spannungsmesser gebaut war. Derselbe ist vielmehr als sogenannter Universalapparat gebaut, soll normalerweise als Torsiograph bzw. als Vibrograph dienen und wurde erst nachträglich durch Umbau einiger Teile als Spannungsmesser ausgebaut. Bei einem speziell als Spannungsmesser gebauten Apparat bin ich dagegen zu einer rechnerischen Eigenfrequenz von 40 000 pro Minute gelangt.

Ich halte es für ziemlich wahrscheinlich, dafs wir in der weiteren Entwicklung, an deren Anfang wir ja erst stehen, auf höhere Eigenfrequenzen kommen und vielleicht noch Spannungswechsel bis zu etwa 400 pro Sekunde mit mechanischen Mitteln registrieren können. Für noch höhere Frequenzen dürfte allerdings die optische Methode am Platze sein. kann jedoch auf Grund der bisherigen Erwägungen sch dafs die bei Brücken im wesentlichen vorkommenden Freq sich im allgemeinen in der Höhe zwischen 1000 und pro Minute halten werden. Ich möchte zur Erhärtung Schlusses auf den Umstand aufmerksam machen, dafs das Ge das wir wahrnehmen, wenn ein Zug über eine Brücke fäh im grofsen ganzen mehr aus dumpferen Geräuschen zusamm und nicht etwa einem schrillen Pfeifen ähnelt, wie wir warten müfsten, wenn die wirklich auftretenden Spannungsv etwa in der Gegend von 1000 pro Sekunde liegen v

Aus dem vorstehenden dürfte erhellen, dafs wir vo noch bei dem Gebrauch von Spannungsmessern etwas vor sein müssen und insbesondere, dafs wir in jedem ei Falle uns über die Lage der Eigenfrequenz des Mefs an Ort und Stelle ein Urteil verschaffen müssen, wie i immer empfohlen habe.

Wenn der Geiger-Spannungsmesser vor andern bis nützten, abgesehen von praktischen Vorteilen (Tintenregistr Lichtpausfähigkeit, unmittelbare Beobachtung der Ents des Diagramms usf.) noch einen besonderen Vorzug so ist es der, dafs sich seine Eigenfrequenz höher lege als bei den andern bisher bekannten Mefsapparaten.

Ich hoffe im vorstehenden etwas zur Klärung der dynamischer Spannungsmessungen beigetragen zu habe ist selbstverständlich, dafs in einem so schwierigen un artigen Gebiet wie dem der dynamischen Untersuchung Meinung der Beteiligten, die dazu noch aus ganz verschi Disziplinen stammen, zur Zeit noch auseinander gehen glaube aber, dafs wir am besten dadurch vorwärts k dafs wir uns zunächst über die dynamische Theorie de geräte vollständig klar werden. Dr. Ing. Gei

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

Neuere Ergebnisse aus den Versuchen des Eisenbahn-Zentralamtes mit Dampflokomotiven.

Seit mehr als 20 Jahren sind die Strahlschen Formeln und Zahlen über den Betrieb und die Wirtschaftlichkeit von Lokomotiven in der wissenschaftlichen Literatur mafsgebend. Strahl stellt für die Dampfleistung des Kessels und für die Änderung der Leistung mit der Geschwindigkeit allgemein gültigen Beziehungen auf und seine Angaben über den spezifischen Dampfverbrauch bewegen sich in sehr engen Grenzen. Professor Nordmann vom Eisenbahn-Zentralamt Berlin kommt nun, auf Grund zahlreicher Versuche zu dem Ergebnis, dafs eine solche Allgemeingültigkeit in Wirklichkeit nicht bestehe.

Die erreichbare Heizflächenbelastung. Strahl bezieht die Dampfleistung des Kessels auf die Rostfläche und setzt als erste Grundlage den Durchschnittswert der erreichbaren Dampfleistung bei Nafsdampflokomotiven auf 3500 kg/m² und h fest, ohne die Heizfläche zu berücksichtigen. Erst im weiteren Rechnungsverlauf bezieht er die Heizfläche in die Leistungsformel ein. Wenn jedoch das Verhältnis wasserberührte Heizfläche : Rostfläche ≤ 56 ist, soll die spezifische Dampfleistung mit 63 kg/m² und h gleich bleiben. — Die Versuche wurden an verschiedenen Lokomotivtypen bei Beharrungszustand vorgenommen. Da R : H bei sämtlichen Versuchslokomotiven ≤ 56 ist, so müfste nach Strahl die Dampfleistung immer 63 kg sein. Die Versuchswerte liegen zwar zum grofsen Teil über 63 kg oder 60 kg, sie sind aber unter Anwendung des Vorwärmers erreicht. Die Gründe für die grofse Verschiedenheit in der Heizflächenleistung sind jedenfalls zu einem Teil in den verschiedenen Kessellängen, der Verschiedenheit der Verdampfungsoberflächen und des Verhältnisses der Überhitzungsfläche zur Verdampfungsfläche zu suchen. Auf keinen Fall läfst sich ein allgemein gültiger Wert für alle Lokomotivtypen angeben. Er mufs für jede Type durch Versuch bestimmt werden. Ferner ergaben die Versuche, höchsten Dampfleistungen bei verhältnismäfsig niedrige umdrehungen (durchschnittlich n = 1,5 in d. Sek.) erreicht

Dampfverbrauch für die Leistungseinheit. In seinen ersten Abhandlungen setzt Strahl für den Dampfv für die indizierte Leistungseinheit allgemein 6,5 bis 7,0 kg fü dampf-Zwilling, bzw. 6,0 kg für Heifsdampf-Verbund. In Abhandlungen gibt Strahl für verschiedene Lokomotivtyp schiedene Verbrauchszahlen an. — Vom Eisenbahn-Ze wurde der effektive Dampfverbrauch am Zughaken gemes mittels des Gesamtwirkungsgrades auf den indizierten Dampfv geschlossen. Der Vergleich der beiden Werte zeigt, dafs d Strahls durchschnittlich etwas niedriger, also günstiger ange sind. Die Abweichung der Strahlschen Werte liegt scho unzutreffenden Annahme, dafs die Dehnungslinie nach der B $p : v = \text{const.}$ vor sich gehe, statt nach der polytechnische Es hat sich ferner gezeigt, dafs der günstigste Dampfverbrau wie früher angenommen wurde, bei 25 bis 30 % Füllung sondern erst bei 35 bis 40 %. Im voraus ist es nicht mög kleinsten Wert des indizierten Dampfverbrauches festzustell Lokomotive hat ihre eigenen Verbrauchszahlen, die nur Versuchsweg ermittelt werden können.

Leistungscharakteristik. Bei einer die jeweilige leistung der Lokomotive in Abhängigkeit von der Geschw darstellenden Kurve („Leistungscharakteristik") zeigt sich im Punkt die der absoluten Höchstleistung der Lokomotive entsp Geschwindigkeit. Die Strahlsche Leistungsformel bezieht die relative Lage solcher Kurven. Bringt man daher d sprechende Umrechnung des Mafsstabes die Kurven auf Scheitel, so müfsten sich die Kurven für die einzelnen Lo typen decken. Es zeigt sich aber, dafs die Leistungen

her liegen. — Ganz unhaltbar erscheint die letzte Annahme ls, die Kurve gleich einer Geraden zu setzen, wie man upt nicht von einem universellen Charakter der Leistungs- teristik sprechen kann. Jede Lokomotivgattung hat ihre Leistungscharakteristik.

ordmann kommt zu dem Schlufs, dafs man die Formeln hlen Strahls, so sehr seine Leistung anzuerkennen ist, nicht sgangspunkt für Berechnungen verwenden darf, weil seine n vielfach auf unzureichende Versuche gegründet sind. Jede otivgattung besitzt ihre Eigenart in betrieblicher und wirt- cher Beziehung. Das genaue wirtschaftliche und betriebliche ten kann nur auf dem Versuchsweg ermittelt werden. Vg. Glasers Annalen Bd. 99, Heft 10.)

Neue Fragen für den amerikanischen Lokomotivbau.

ie 44. Tagung der Betriebsingenieure der nordamerikanischen ahnen, die vor kurzem in Chicago abgehalten wurde, befafste ch mit einigen Punkten, die für den amerikanischen Lokomotiv- Z. von Bedeutung sind. Die Versammlung war sich darüber lafs weitere Leistungssteigerungen in der Hauptsache nur noch Verbesserung des Lokomotiv-Wirkungsgrades und durch Ver- ung der Achsenzahl erreicht werden könnten, dafs dagegen sdrücke keine Erhöhung mehr zuliefsen. Eine Vergröfserung omotivleistung auf den angegebenen Wegen werde aber sehr ig sein, da schon jetzt einzelne Teile nicht mehr befriedigten. ei den Kesseln machen die immer gröfser, insbesondere länger den Feuerbüchsen mit Verbrennungskammern Schwierigkeiten, st die beweglichen Stehbolzen der bisherigen Bauart den Aus- gen nicht mehr folgen können und brechen Man denkt an Stehbolzen, die beiderseits beweglich sind. Bei der ammer will man den vielen Undichtheiten zu Leibe gehen sbesondere auch den Gegendruck durch Einbau von Schorn- gröfserer Weite mit tiefliegendem Blasrohr verringern.

ie Rahmen der älteren Lokomotiven sind fast durchweg zu h und brechen daher häufig. Soweit es noch wirtschaftlich ll man in diese Lokomotiven bei gröfseren Ausbesserungs- n neue Rahmen einbauen. Nötig wäre eine bessere Durch- ng der Rahmenentwürfe auf Grund der Beanspruchungen des es; es fehlt aber vorläufig noch eine geeignete Mafsvorrichtung se.

iel ist noch zu tun zur Verringerung des Gewichtes der hin- rgehenden Massen und zum besseren Ausgleich derselben. h könnte man hier noch 25 bis 50 % des Gewichtes sparen, Triebwerk und Steuerung besser durchgebildet würden. Zum n Ausgleich beginnt man neuerdings auch die gegenüber- en Räder heranzuziehen und neuere Lokomotiven zeigen auch gensatz zu bisher wesentlich bessere Laufeigenschaften.

rofse Schwierigkeiten macht auch die Durchbildung der Treib- ger. Die bisher üblichen Lager sind den grofsen Zylinder- nicht mehr gewachsen. Man will hier mit Ringschmierlagern, nenfalls mit Prefsölschmierung Abhilfe schaffen. Auch den stellen, die häufig zum Warmlaufen neigen, soll künftig mehr rksamkeit geschenkt werden.

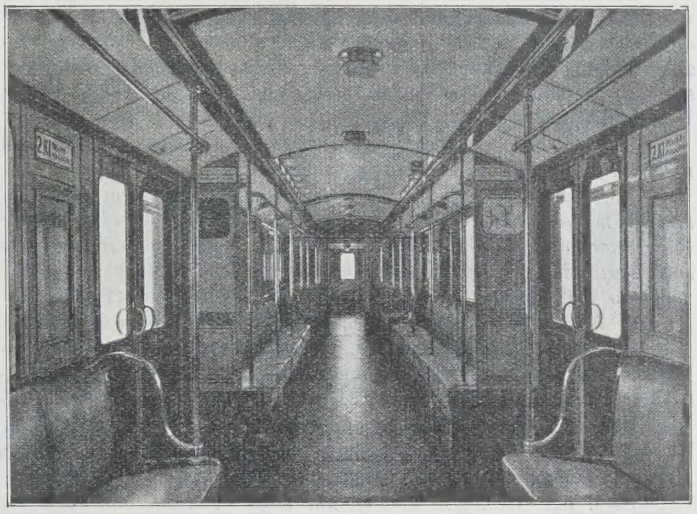
chliefslich wird noch eine Verbesserung der Sandstreuer verlangt, grofsen Zylinderzugkräfte auch unter allen Umständen aus- zu können. Auf den neueren, grofsen Lokomotiven sollen $3\frac{1}{2}$ t Sand mitgeführt werden.

Wie man sieht, machen sich die Amerikaner der Not gehorchend ings viele Gedanken zu eigen, die bei uns schon länger in die ngesetzt worden sind, weil hier schon bisher beim Entwurf okomotive meist sehr viel Rücksicht auf die zur Verfügung den Achsdrücke genommen werden mufste, während man sich erika in dieser Beziehung bisher weniger Gedanken machte. Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 12.) R. D.

Neue Wagen der Nord-Südbahn Berlin.

uf der Nord-Südlinie der Berliner Hoch- und Untergrundbahnen kürzlich ein von der Firma Orenstein und Koppel gebauter ug mit neuen Wagen in Betrieb genommen, bei denen eine liche Erhöhung des Fassungsvermögens auf die Längen- und ntseinheit erreicht wurde. Während die alten Wagen der ahngesellschaft bei 12,1 m Länge und 2,26 m Breite einen gsraum für 30 Sitz- und 56 Stehplätze haben, hatten die Wagen der Nord-Südlinie unter Ausnutzung des Lichtraums bei einer Breite von 2,65 m und einer Länge von 12,9 m einen Fassungsraum von 34 Sitz- und 85 Stehplätzen, und bei den neuen Wagen von 18 m Länge und 2,65 m Breite ist dieser auf 50 Sitz- und 114 Stehplätze gesteigert. Im Spitzenverkehr können die Wagen bis zu 250 Personen aufnehmen. Das Eigengewicht eines Triebwagens beträgt 39 t, das eines Beiwagens 27,5 t. Ein Wagenzug besteht aus zwei Trieb- und zwei Beiwagen. Jeder Triebwagen ist mit vier selbstlüftenden Wendepolmotoren von 110 kW Leistung ausgerüstet, deren Steuerung mit Hilfe von unter dem Wagenkasten angeordneten Schützen erfolgt.

Das Wagengerippe besteht aus Eisen, die Seitenwände sind als tragende Konstruktion ausgebildet. Das Dach hat Lüftungsaufbau, an den Türen ist es aber in Tonnenform ausgebildet. Diese Dachform wird zum ersten Mal erprobt. Gerade über den Türen bietet das Tonnendach eine gröfsere Querversteifung, während für den übrigen Wagenteil der Vorzug guter Ventilation des Lüftungsaufbaus erhalten bleibt. Bei anderen Probezügen wird man auch das reine Tonnendach erproben, das für leichte Herstellung und Unterhaltung Vorteile bietet und für gleich gute Lüftung des Wagens Luftsauger erhält. Zu weiterer Belüftung des Wagens sind an jeder Wagenseite sechs Fenster herablafsbar eingerichtet und mit Ausgleichsvorrichtung versehen, so dafs sie vom Publikum leicht geöffnet und geschlossen werden können.



Neuer 18 m-Wagen der Nord-Südbahn Berlin,
erbaut von Orenstein & Koppel A.-G., Werk Spandau.

An jeder Wagenlängsseite sind zwei doppelflügelige Türen vorgesehen — andere Probezüge werden auch vier Türen erhalten —, die mit einer selbsttätigen Türschliefsvorrichtung ausgestattet sind, was für Berlin eine Neuerung darstellt. Sämtliche Türen des Zuges werden vom Führerstand aus durch den Zugführer mittels Druckluft geschlossen. Durch eine Kontrollampe, die im Führerraum angeordnet ist, kann der Führer erkennen, ob sämtliche Türen geschlossen sind. An jeder Tür befindet sich ein Druckluftzylinder, dessen Ventil elektrisch gesteuert wird. Die Einrichtung ist mit einer roten Lampe verbunden, welche kurz vor dem selbsttätigen Schliefsen aufleuchtet, um so den Fahrgästen das unmittelbar bevorstehende Schliefsen der Türen anzuzeigen. Ein Verletzung durch Einklemmen ist ausgeschlossen, weil die Türkanten mit hohlen Gummileisten versehen sind und der Druck nur gering ist. Schlösser besitzen die Türen nicht, Erst kurz vor dem Halten des Zuges wird die Druckluft abgestellt und die Fahrgäste öffnen sich selbst die Türen. In Notfällen kann die Druckluft einzelner Wagen auch durch plombierte Lufthähne, die sich aufsen und innen an jedem Wagen befinden, abgelassen werden. Diese Einrichtung entspricht der bei der Pariser Untergrundbahn im Gebrauch befindlichen. Es wird aber auch eine Anordnung der Knorrbremse A.-G. und eine amerikanische erprobt werden. Mit steigendem Verkehr wird das Schliefsen der Türen von Hand immer schwieriger, um so mehr als ständig nach Beschleunigung des Verkehrs gestrebt wird.

Die Beleuchtung der Wagen weicht von der bisher üblichen ab, indem einerseits die grofsen Lichtstellen über den ganzen Wagen

an der Decke und den Sitzen verteilt sind, andererseits das Licht jeder Glühlampe durch einen hinter ihr angebrachten Hohlspiegel erst gesammelt wird und dann durch eine matte, zerstreuend wirkende Schale nach aufsen tritt, so dafs ohne jede Blendwirkung eine gleichmäfsige, angenehme Beleuchtung erzielt wird. So ist von jedem Sitz und Standort ein angenehmes Lesen möglich. Auf eine freundliche und gefällige Innenausstattung wurde ganz besonders Wert gelegt. Anstelle der bisherigen etwas nüchtern wirkenden Wandverkleidung aus Eichenholz hat man eine solche aus geflammter Birke mit Mahagonisockel und Mahagoni für das Leistenwerk gewählt. In Übereinstimmung hierzu ist grünes Kunstleder für die Sitze in der 2. Wagenklasse genommen. Die Sitze sind wie auch son den Wagen der Berliner Hoch- und Untergrundbahnen als F sitze angeordnet (siehe Abb.).

Als Bremse ist bei dem Probezug die Einkammer-Dru bremse Knorr, Patent Lambertsen, zur Anwendung gelangt, di äufserst feine Abstufung der Fahrgeschwindigkeit während der E periode gestattet. Die Kupplung der Wagen erfolgt selbsttätig der Bauart Scharfenberg, bei der auch die beiden Bremsluftleit mitgekuppelt werden. Es ist beabsichtigt, in Zukunft auch die trischen Verbindungen zwischen den Wagen in die Kupplung einzubauen. Przygo

Verschiedenes.

Die Studiengesellschaft für Rangiertechnik*).

Im Herbst 1926 gründete der Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf Anregung aus Industriekreisen die „Studiengesellschaft für Rangiertechnik". Sie setzt sich aus je fünf Vertretern der Deutschen Reichsbahn, der Eisenbahnwissenschaft und der einschlägigen Industrie zusammen. Ihre Aufgabe ist die Erforschung aller Fragen, die die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Rangierbahnhöfe betreffen, also die Förderung der Rationalisierung des Verschiebedienstes.

Die Rangiertechnik ist nicht nur ein lohnendes Arbeitsfeld für die Industrie, nicht nur ein interessantes Studiengebiet für Männer der Wissenschaft, sondern vor allem ein Glied der modernen wissenschaftlichen Betriebsführung, das zu einer ungeahnten Leistungssteigerung unserer Verschiebebahnhöfe und somit zu einer völligen Umgestaltung der Verteilung der Rangieraufgaben führen kann.

Im März hat die erste Tagung der Studiengesellschaft nach ihrer Gründung in Essen stattgefunden.

Am Vormittag des 11. März fand die Mitgliederversammlung statt. Das reichhaltige Arbeitsprogramm der Studiengesellschaft für Rangiertechnik wurde beraten und festgelegt. Sieben Sonderausschüsse sind gegründet worden, um das umfangreiche Arbeitsgebiet zu bewältigen und mit der erforderlichen Gründlichkeit zu erfassen.

Die Studiengesellschaft hat es bei dieser Gelegenheit für tunlich gehalten, sich an die Öffentlichkeit zu stellen, um sich mit ihren Bestrebungen bekannt zu machen. Als Auftakt wurde eine Besichtigung des Verschiebebahnhofs Hamm veranstaltet.

Der neue Ablaufberg mit seinen vier Gleisbremsen System Thyssenhütte und das automatische Ablaufstellwerk der A. E. G. riefen die Bewunderung der Besucher hervor.

Nach der Rückkehr von Hamm fand im Kaiserhof in Essen vor geladenen Gästen ein Vortragsabend statt.

Zunächst sprach Herr Professor Dr. Blum über die Ziele und Zwecke der Studiengesellschaft für Rangiertechnik.

Das Ziel der Studiengesellschaft für Rangiertechnik sei, im engsten Zusammenarbeiten zwischen den drei Gruppen Reichsbahn, Wissenschaft und Industrie alle Fragen zu klären, welche für den gesamten Rangierbetrieb und seine Auswirkungen mafsgebend sind. Also zunächst die Gesamtanordnung der Bahnhöfe, die Durchbildung der einzelnen Gleisgruppen, sodann das Problem des Ablaufbetriebes, die möglichste Ausschaltung von Lokomotiven, Beschränkung in der Zahl der bedienenden Menschen, Beschränkung des Rangiergeschäftes, Erhöhung der Sicherheit durch sorgfältigste Regelung der Geschwindigkeit. Dadurch werde auch die Zugbildung auf das günstigste beeinflufst, man könne in gröfserem Umfange als bisher Ferngüterzüge bilden und die Folge sei eine Verbilligung und Beschleunigung des Verkehrs. Zusammenfassend sei also das Ziel der Studiengesellschaft: Die deutsche Volkswirtschaft zu unterstützen, indem der Güterverkehr so glatt und so billig bedient würde, wie möglich, die Leistungsfähigkeit des Eisenbahnnetzes zu steigern, ohne dafs grofse Aufwendungen für neue Bahnhöfe oder den mehrgleisigen Ausbau der Strecken erforderlich werden, und aufserdem der deutschen Industrie den Absatz im Auslande zu erschliefsen; denn Anlagen, die sich bei uns trefflich bewähren, werden auch vom Auslande anerkannt und dort eingeführt.

Nach Herrn Professor Dr. Blum sprach der Direktor bei der Reichsbahn, Herr Masur-Essen über die Rationalisierun Verschiebebahnhöfe im Bezirk Essen. Der Vortragende gli das Thema in die Rationalisierung der Rangieraufgaben u des Rangierdienstes. Die Rationalisierung der Rangieraufg bezwecke, durch passende Mafsnahmen wie Zugbildung, Lei vorschriften, Fahrpläne usw., die Zahl der Rangierungen zu v dern, die verminderte Zahl auf wenigen Bahnhöfen zusammenzu und andere stillzulegen. Rationalisierung des Rangierdie bezwecke, die Rangieraufgaben der einzelnen Bahnhöfe sicher, lich und wirtschaftlich zu erledigen. Das Ziel des neuen Verf der zielbewufsten Zugbildung wäre, möglichst auf denj Bahnhöfen, wo die Frachten aufkommen, geschlossene Züge den Bestimmungsbahnhöfen der Wagen oder zum mindeste möglichst weite Entfernungen zu bilden. Als Erfolg sei zu b dafs bereits eine grofse Zahl von Ablaufbergen stillgelegt konnte.

Der Vortragende schilderte weiter, wie durch wissenscha Erforschungen der Betriebs- und Arbeitsvorgänge, durch sorg Aufstellung der Diensteinteilungen, durch Überwachung de brauchs an Rangiermaschinen eine Herabminderung des Aufw bei gleichzeitiger Steigerung der Leistungen erzielt werden k Alles in allem bezifferten sich die wirtschaftlichen Erfolge au Millionen, während die früher üblichen und fast zur Gewo gewordenen Betriebsstörungen, Stockungen und Streckensper nunmehr völlig ausblieben.

Zum Schlufs machte Herr Eisenbahndirektor Simon Th Utrecht, interessante Ausführungen über die Herabmind der Rangierkosten. Zur Herabminderung der Rangier ständen hauptsächlich zwei Wege offen: „Weniger rangieren wo rangiert werden müsse, „wirtschaftlicher arbeiten"; das hänge eng mit der Zugbildung zusammen, das zweite neige nach der Richtung der Rangiertechnik. Die Rangierausgaben k z. B. bedeutend herabgemindert werden durch Anwendung der mäfsigsten Rangierlokomotiven.

Die Bremsfrage bei Ablaufanlagen sei brennend. Die Th bremse sei die einzige gewichtsautomatische. Bei der Einf ihrer heutigen Konstruktion halte er diese Bremse für die Lösung der jetzigen Zeit.

Auf dem Gebiet der automatischen Ablaufstellwerke läg Zeit drei Systeme vor: das System Professor Descubes in Bl und in Metz-Sablon, das etwas ähnliche System von Siem Halske in Herne und das System der A. E. G. in Hamm. Ir er diese Systeme jetzt schon beurteilen könne, glaube er nich man mit den beiden erstgenannten Systemen eine so hohe L hervorbringen könne wie in Hamm bei dem A. E. G.-System werde. Nach der Meinung des Vortragenden ist das Wert was man mit solchen mechanisierten Ablaufanlagen erreiche die unbedingte Betriebssicherheit der Zerlegung. Man müs Eisenbahnen ebenso wissenschaftlich betreiben wie der Indu seine Werkstätten. Die wissenschaftliche Betriebsführung aber bei der Zugbildung anfangen, und hier könnten nur system Untersuchungen Auskunft erteilen.

Die Tagung der Studiengesellschaft verlief unter dem Z grofser Arbeitsfreude und war ein schöner Beweis dafür, d Deutsche Reichsbahn mit Energie die Rationalisierung ihres R dienstes in Verbindung mit der Wissenschaft und Industrie b

*) Vergl. Seite 56.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Münch
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

gan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
tleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
hrgang 15. Mai 1927 Heft 9

Die Donaubrücke bei Mariaort.

Von Reichsbahnoberrat Weidmann, München.

Hierzu Tafel 18 bis 21.

I.

t drei Öffnungen wird neben der auf dem linken Ufer en Wallfahrtskirche Mariaort die Donau auf zwei getrennt nander liegenden, eingleisigen Brückenüberbauten mit amen Widerlagern und Pfeilern von der Bahnstrecke urg—Nürnberg überquert. Die eisernen Überbauten cke, Paralleltträger mit oben liegender Fahrbahn von je Stützweite bei 63 m Lichtweite, im Gleise Nürnberg—urg stammten aus dem Jahre 1870/71, dem Erbauungs-eser vorerst eingleisigen Bahnstrecke. Die Überbauten des zugehörigen zweiten Gleises Regensburg—Nürn-rden bei dessen Ausbau im Jahre 1894 ausgeführt . 1).

im Jahre 1894 nach den damaligen bayerischen Be-vorschriften ausgeführten Überbauten aus Flufseisen bei Zulassung geringer Überschreitungen dem heutigen ıg »E«. Die guten Ergebnisse der in letzter Zeit aus-n Materialversuche mit Probestücken, die der Brücke ntnommenen Stäben entstammten, liefsen deshalb von

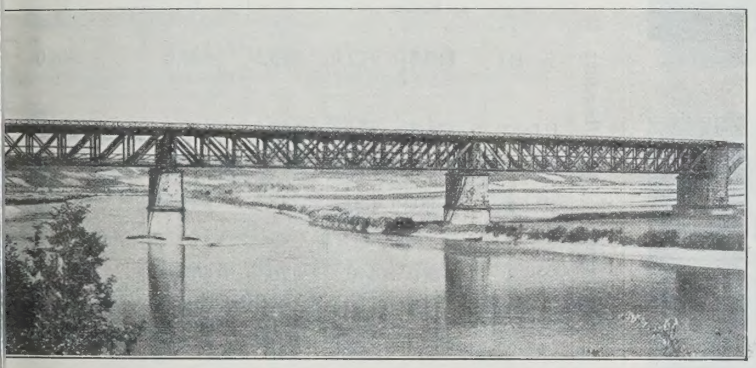


Abb. 1. Brückenansicht vor dem Umbau.

erstärkung dieser Überbauten Abstand nehmen. Nicht ssant sind diese Versuchsergebnisse auch deshalb weil m Baustoff entstammen, welcher vor dem in den ngsgrundlagen für eiserne Brücken (BE) als Stichjahr erhöhten zulässigen Beanspruchungen bestimmten Jahre rgestellt wurde.

ergaben:

< 150 × 14 eine Zugfestigkeit von 4120 und 3930 kg/cm² enüber 3700 bis 4500 kg zulässig und eine Streckgrenze 3000 und 3170 kg/cm² gegenüber*) 2400 kg/cm² ıssig; die Bruchdehnung beträgt auf 20 cm Mefslänge 21,7 % gegenüber 20 % zulässig.

< 150 × 12 eine Zugfestigkeit von 3880 und 4190 kg/cm²; Streckgrenze von 2930 und 3360 kg/cm² bei 21 % chdehnung.

8 eine Zugfestigkeit von 3930 und 3980 kg/cm²; eine ckgrenze von 3260 und 3170 kg/cm² bei 23 und 26 % chdehnung.

Die geringe Tragfähigkeit der im Jahre 1870/71 aus Schweifseisen erstellten Überbauten des Gleises Nürnberg—Regensburg würden auch bei Annahme guter Beschaffenheit des alten Baustoffes einen weitgehenden Materialaufwand zur Verstärkung erfordert haben, ohne dafs die ihnen anhaftenden grofsen konstruktiven Mängel hätten behoben werden können. Es konnte nur die Erneuerung der Überbauten als wirtschaftlichste Lösung in Betracht kommen. Die alten Überbauten dieses Gleises wurden daher im verflossenen Jahre gegen neue ausgewechselt.

Für die Ausführung der neuen Hauptträger wurde eine nach unten gekrümmte Halbparabelform gewählt (Abb. 1, Taf. 18). In Verbindung mit erhöhter Standsicherheit ermöglichte diese die vorteilhafte Ausnutzung des Abstandes zwischen der Bahnkrone und der Oberkante des für die Durchführung der Grofsschiffahrt über dem höchsten schiffbaren Wasserstande freizuhaltenden Rechteckes und die unveränderte Beibehaltung des in gutem Zustand befindlichen Widerlager- und Pfeilermauerwerks. Die neuen Hauptträger erhielten bei 65,2 m Stützweite in Trägermitte eine Trägerhöhe von 8 m, woraus sich ein Verhältnis der Trägerhöhe zur Stützweite von 1 : 8,15 ergibt. Über den Auflagern beträgt die Systemhöhe der Endpfosten 5,30 m. Der Zusammenschlufs der im Zulageverfahren hergestellten Einzelstäbe des Hauptträgers erfolgte in der Werkstätte auf fester Unterrüstung in horizontaler Lage. Nach einer die Überhöhung berücksichtigenden sorgsamen Nachprüfung wurden die in den Knotenpunkten erforderlichen Nietlöcher gemeinsam durchgebohrt (Textabb. 2 a und 2 b). Auf der Baustelle blieben dadurch beim Ausrichten und Vernieten der Hauptträger gröfsere Nacharbeiten erspart. Nur die nach Freihängung der Überbauten auszuführenden letzten Vernietungen der Windverbandanschlüsse erforderten zum Ausgleich geringer Verschiebungen das Aufreiben der hier von Haus aus etwas kleiner gebohrten Nietlöcher.

Zur Erzielung gleichmäfsiger Beanspruchung der kastenförmig ausgebildeten zweiwandigen Hauptträger (Abb. 2, Taf. 18) wurden die Querträger zentral über den Fachwerksknotenpunkten mittels 30 mm dicker gewölbter, aus St 48 bestehender Auflagerplatten, auf den oberen Gurtungen gelagert (Abb. 3 und 3a, Taf. 18). Die Gurtungen sind durch Querschotten genügend versteift. Die zwischen die Querträger eingebauten gleich hohen Schwellenträger sind durch Kontinuitätsplatten oben und unten miteinander verbunden.

Die Fahrbahntafel ist durch eine Trennungsfuge in Überbaumitte geteilt.

Zwischen den Stützwinkeln der an der Trennungsfuge auf Querträgerkonsolen gelagerten Schwellenträgerenden ist ein federndes Stehblech eingebaut, welches durch wagrechte Federung den Längenausgleich zwischen Fahrbahntafel und Obergurt der Hauptträger ermöglicht. Das Federblech ist ähnlich wie bei der Lechbrücke bei Hochzoll (s. »Die Bautechnik«, Fachschrift für das gesamte Bauingenieurwesen, Heft 20 und 22 des Jahrgangs 1926) mit dem benachbarten Querträger wagrecht und senkrecht in Verbindung gebracht und dient dazu, die wagrechten

*) 400 kg/cm² ist die Streckgrenze des nach 1894 eingebauten ıs und Flufsstahls St 37, während für das vor 1895 ein-chweifseisen und Flufseisen nur eine mittlere Streckgrenze kg/cm² verlangt wird.

Kräfte (Windkräfte und Seitenstöfse), sowie die negativen Auflagerkräfte der kontinuierlich durchgeführten Schwellenträger in den Querträger überzuleiten. Durch je zwei zusammengenietete Flacheisen 250/10, die zwischen die Gurtwinkel der Querträger an Stelle des Stehbleches eingebaut und verlascht sind, werden die Konsole, die zur Auflagerung der Schwellenträger in der Trennungsstelle der Fahrbahntafel dienen, beiderseitig im Querträger aufgehängt (Abb. 1, Taf. 19). Die in die Konsole aus den aufgelagerten Längsträgern übergehenden Auflagerdrücke finden in den mit den Querträgern vernieteten Längsträgern der anderen Fahrbahntafelhälfte ihre Gegendrücke.

In jeder der beiden Fahrbahntafelhälften stützt sich der eingebaute Bremsverband gegen den über den Knotenpunkten III bzw. $\overline{\text{III}}$ sitzenden, durch Stahlbolzen mit den Hauptträger-

Abb. 2a. Die Hauptträger in der Zulage.

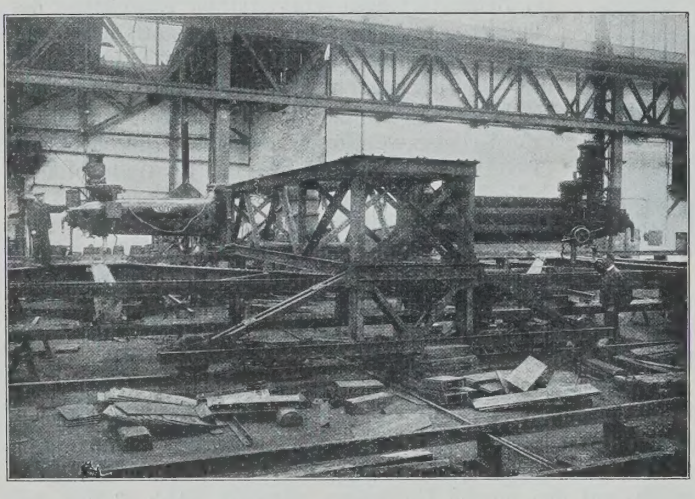


Abb. 2b. Die Bohrwagen mit den angebauten „Raboma" Bohrmaschinen.

gurten unverschieblich verbundenen Querträger (Abb. 1, Taf. 19). Die übrigen Querträger sind infolge der in den unteren Flanschen vorgesehenen genügend weiten Langlöcher parallel zur Längsachse der Hauptträger beweglich. Den Durchbiegungen und Verschiebungen von Fahrbahntafel und Hauptträger beim Befahren der Brücke oder bei Temperaturwechsel ist hierdurch Rechnung getragen. Die zur Verbindung der Querträger mit den Hauptträgerobergurten dienenden kegelförmigen Stahlbolzen mit Kopf sind mittels Hammerschlägen von unten, festsitzend in die Deckflacheisen des Hauptträgergurtes eingetrieben.

Schuppenförmig ausgebildete Verbände versteifen die Ober- und die Untergurte beider Hauptträger gegen die wagrecht angreifenden Kräfte. Die Schwellenträger besitzen einen in der üblichen Zickzacklinie angeordneten Schlingerv
Senkrechte Querverbände sind nur zwischen die zu E
rahmen verbundenen Endpfosten der Hauptträger eingel

Die Auflagerstühle bestehen aus Stahlguſs von 5200
Festigkeit. Für die unbelastete Brücke errechnet sic
2,3 fache und für die belastete eine 1,81 fache Standsich
Die Durchbiegung f_g der Hauptträger im mittleren Knote
beträgt für die ständige Last 2,7 cm; für die Verke
ohne Berücksichtigung der Stofszahl, errechnet sie s
$f_p = 6{,}6$ cm, woraus sich die den Überbauten in Träg
nach BE zu gebende Überhöhung $ü = f_g + 1/2\, f_p =$
60 mm ergibt.

Die Herstellung der Brücke*) erfolgte in hochwertige
stahl St 48 mit einer Festigkeit von 48—58 kg/mm²,
Mindestbruchdehnung und 29 kg/mm² Streckgrenze. F
Pfosten der Hauptträger wurde die Stofszahl 1,61 der vor
abgestützten Querträger in Rechnung gestellt, währe
übrigen für die Querschnittsbemessung der Hauptträg
Stofszahl 1,35 verwendet wurde. Die beiden, an die
trägerobergurte angehängten Revisionsstege sind aus
erstellt. Das Gesamtgewicht der Brücke beträgt:

817,2 t St 48 + 32,8 t St 37 = zusammen 850,0 t

Die Ausführung der Brücke erfolgte für den Lastenzu

In nachstehender Tabelle sind die hierfür erm
Stabkräfte und die benötigten Querschnitte der Stäbe,
der für die Fahrbahntafel benötigten Quer- und Schwelle
zusammengestellt.

Zusammenstellung der gröfsten Stabkrä

	Stab	S_g t	S_p t	$\varphi \cdot S_p$ t	$S_g + \varphi S_p$ t	$S_w + b + s + r$ t
Obergurt	I—III	− 110,5	− 272,0	− 375,5	− 486,0	− 145,0
	III—V	− 151,5	− 371,0	− 512,0	− 663,5	− 175,0
Untergurt	0—2	+ 73,0	+ 180,1	+ 248,5	+ 321,5	+ 75,5
	2—4	+ 139,0	+ 340,6	+ 470,0	+ 609,0	+ 87,0
	4—5	+ 158,0	+ 384,9	+ 531,2	+ 689,2	+ 85,2
Diagonalen	0—I	− 93,0	− 230,5	− 318,1	− 411,1	− 30,2
	I—2	+ 57,7	+ 155,4	+ 214,5	+ 272,2	+ 22,4
	2—III	− 42,0	− 127,2	− 176,0	− 218,0	− 13,9
	III—4	+ 20,4	+ 93,8 − 41,8	+ 129,6 − 57,7	+ 150,0 − 37,4	+ 10,1 − 11,5
	4—V	− 10,1	− 79,8 + 53,7	− 110,0 + 74,2	− 120,1 + 64,1	− 13,3 + 10,4
Vertikalen	0—$\overline{\text{I}}$	− 7,8	− 31,8	− 51,2	− 59,0	− 3,3
	2—II 4—IV	− 15,5	− 50,7	− 82,0	− 97,5	− 7,0
Auflagerdruck		77,5	197,0	272,0	349,5	95,6

*) Es sind unter der Benennung „Brücke" sowohl im A
als auch in den dazu gehörigen Zeichnungen stets die Ü
des Gleises Nürnberg—Regensburg zu verstehen.

Querschnittsform	Stab	Querschnittsform
1 ▭ 670.12 2 ▭ 500.16 4 ∟ 120.120.11	D_{I-2}	1 ▭ 360.12 4 ∟ 150.100.14
2 ▭ 670.12 2 ▭ 500.16 4 ∟ 120.120.11 2 ▭ 120.16	D_{2-III}	1 ▭ 360.10 4 ∟ 120.120.11 2 ▭ 300.10
2 ▭ 500.16 4 ∟ 120.120.11 von 0—1 noch 2 ▭ 255/11	D_{III-4}	1 ▭ 360.10 4 ∟ 120.120.11
4 ▭ 500.16 4 ∟ 120.120.11	D_{4-V}	1 ▭ 360.10 4 ∟ 100.150.14
4 ▭ 500.16 4 ∟ 120.120.11 2 ▭ 255.11	V_{0-} [illegible]	1 ▭ 360.16 4 ∟ 100.150.12 2 ▭ 340.16
1 ▭ 360.10 5 ∟ 1 0.150.14 2 ▭ 340.16	V_{4-IV}	1 ▭ 360.10 4 ∟ 100.150.12 2 ▭ 300.10

chwellenträger-Querschnitt

Bl 658.12
4 ∟ 120.120.13
1 ▭ 260.12

Querträger-Querschnitt

Bl 650.14
4 ∟ 120.130.15
2 ▭ 260.10

II.

eim Bau der nunmehr abgebrochenen alten Brücke stürzte t nicht mehr feststellbaren Ursachen am 10. Oktober 1871 lzerne Baugerüst samt dem darauf liegenden eisernen

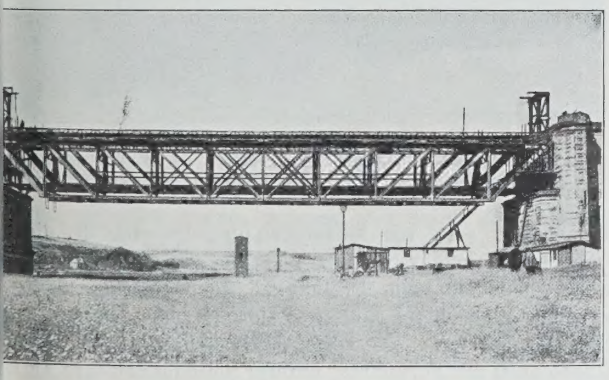


Abb. 3a.
ginn der Absenkung des rechtsuferigen alten Überbaues.

u in die Donau, wobei von 26 Mann der Brückenbau- sechs tötlich verunglückten und sieben verletzt wurden. heinlich ist es, dafs die an der Brückenbaustelle im ett ziemlich hoch anstehende Felsbank nicht hinreichend ies überlagert war, um gerammten Gerüstpfosten bei dem Wasser einen sicheren Halt gegen einsetzende stärkere Strömungen zu geben. Die Kenntnis dieses Bauunglücks legte es im regen- und hochwasserreichem Jahre 1926 nahe, für die Aufstellung der neuen Überbauten eine Aufstellungsart anzuwenden, bei welcher man nicht nur von der Bodenbeschaffenheit des Strombettes und der Mifsgunst der Elemente

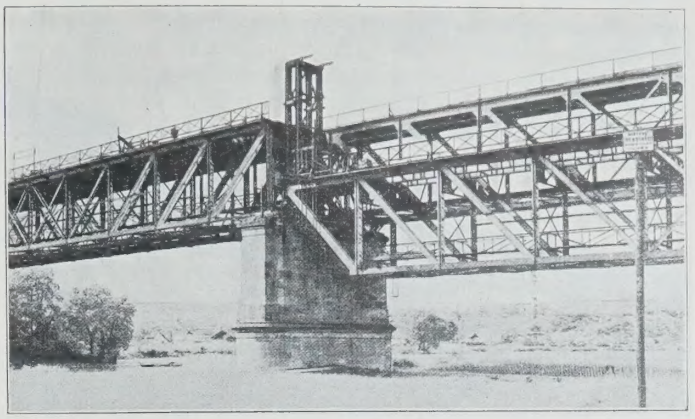


Abb. 3b. Klettergerüst auf dem Pfeiler während der Absenkung des alten Überbaues.

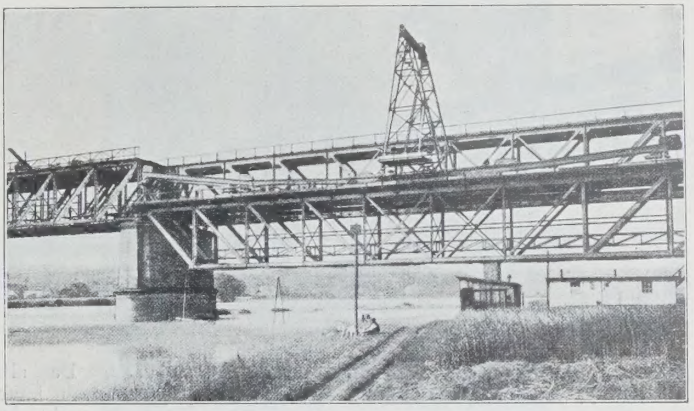


Abb. 4a. Verlegung des Untergurtes zum neuen Überbau auf der über dem abgesenkten Überbau hergerichteten Plattform.

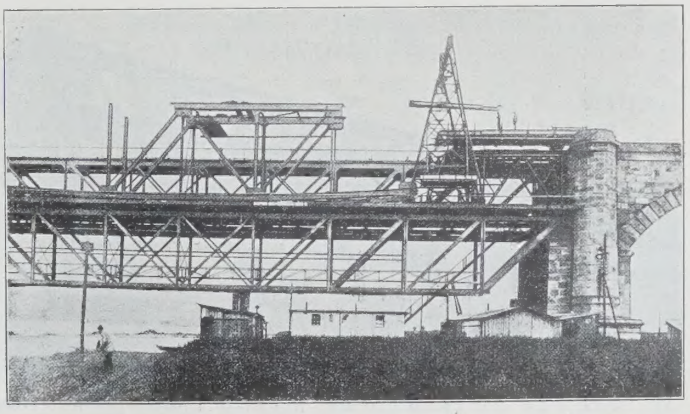


Abb. 4b. Der Fortschritt des Zusammenbaues. Die Konstruktionsteile werden durch einen verfahrbaren Kran vom Bahnwagen aufgenommen und zur Einbaustelle verbracht.

unabhängig, sondern auch gleichzeitig in der Lage war, die von der Strombauverwaltung vorgeschriebenen Mafsnahmen, bezüglich der Durchführung der Schiffahrt zu erfüllen. Die Überlegungen führten dazu, die zum Abbruch kommenden alten Überbauten als Rüstbrücken für die neuen Überbauten zu verwenden. Der Arbeitsgang wurde so festgesetzt, dafs zuerst

der alte Überbau auf der rechten (Regensburger) Seite abgesenkt wurde (Textabb. 3a und 3b). Die dazu verwendeten Geräte nnd Gerüste wurden alsdann auf die linke (Nürnberger) Uferseite verbracht und der hier befindliche Überbau in gleicher Weise abgesenkt (Textabb. 4a bis 4d). Nach Erstellung einer entsprechenden Arbeitsplattform auf dem bereits abgesenkten

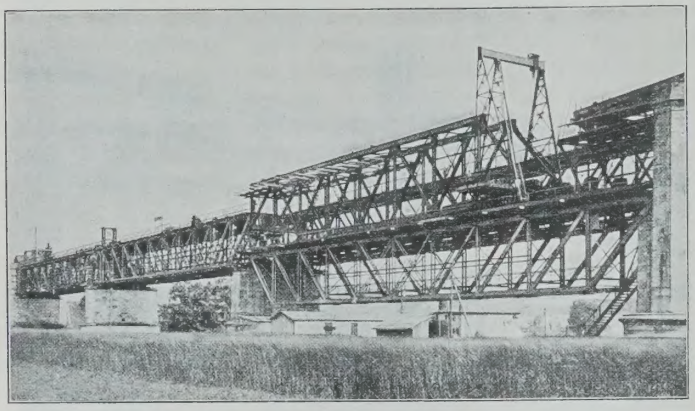


Abb. 4c. Während der neue Überbau auf der Plattform des abgesenkten alten Überbaues zusammengebaut wird, werden die Klettergerüste zwecks Absenkens des linksuferigen Überbaues dort aufgestellt.

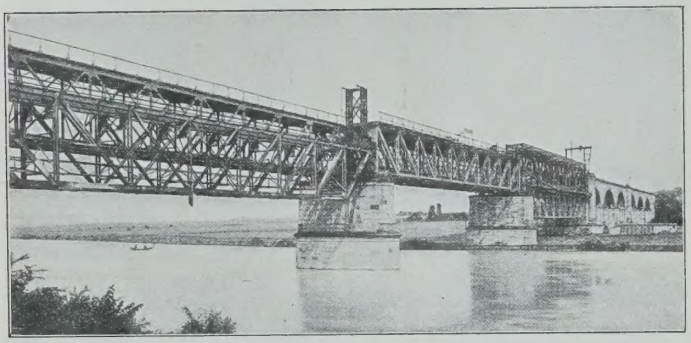


Abb. 4d. Absenken des linksuferigen alten Überbaues. Der alte Überbau über der Mittelöffnung ruht noch in seiner alten Lage. Der Zusammenbau des neuen rechtsuferigen Überbaues geht der Vollendung entgegen.

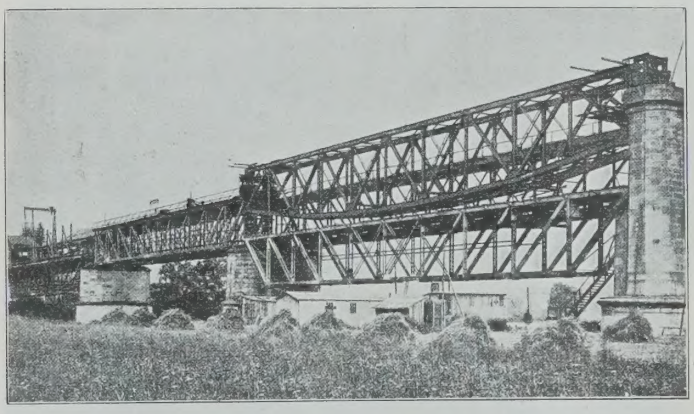


Abb. 5. Der an den neuen Überbau nunmehr angehängte alte Überbau wird für den Abbruch durchgebrannt. Die leicht entfernbaren Stücke werden zu Boden gelassen. Der neue Überbau ist im Klettergerüst gelagert.

rechten Überbau wurde der neue Überbau darauf zusammengebaut. Dieser wurde alsdann mit dem angehängten vorher gekürzten und mehrfach durchschnittenen alten Überbau abgesenkt und in seine Auflager abgesetzt (Textabb. 5). Der alte Überbau wurde darauf gänzlich entfernt. In gleicher Weise wurde dann mit dem Überbau der linksseitigen und schliefslich auch

dem der Mittelöffnung verfahren (Textabb. 6 und 7). In Einzelheiten sind die Arbeitsvorgänge folgende:

Um die Möglichkeit zur Absenkung der alten Überb zu schaffen, mufste zuerst die Verlegung des Brücken punktes vom Untergurt in den Schnittpunkt der Enddiago mit dem Obergurt und die Entfernung der dadurch über gewordenen Stäbe ⊠ — 0 und 0 — 1 erfolgen. Der Überbau zu diesem Zweck von seinen Auflagern abgehoben und freigel Die Vorkehrungen zur Durchführung des Abhebens und hängens, sowie die daran anschliefsende Absenkung wurd folgender Weise getroffen: An den beiden Enden des Übe wurden Klettergerüstböcke aufgestellt, die aus je zwei Paar eis Stielen bestanden. Quer zur Brückenachse waren die zusa gehörigen Stiele durch Verbände, längs dazu jedoch nur an und Fufs durch Bleche verbunden. Dazwischen waren leich wechselbare Verbindungen der Stielpaare durch Bolzen gesc (Taf. 20). Die Klettergerüste dienten dazu, eigens herge

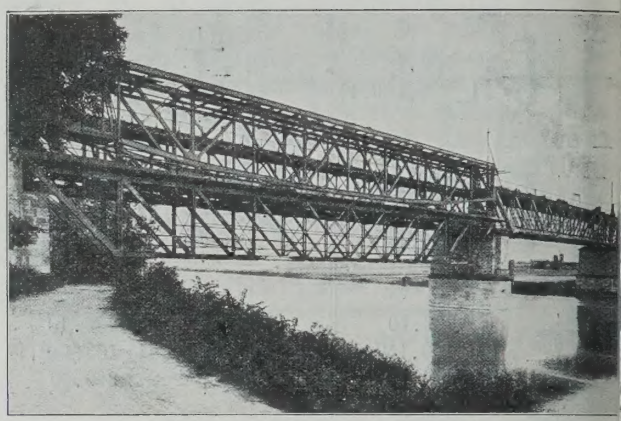


Abb. 6. Aufbau des neuen linksuferigen Überbaues auf Plattform des abgesenkten alten Überbaues.

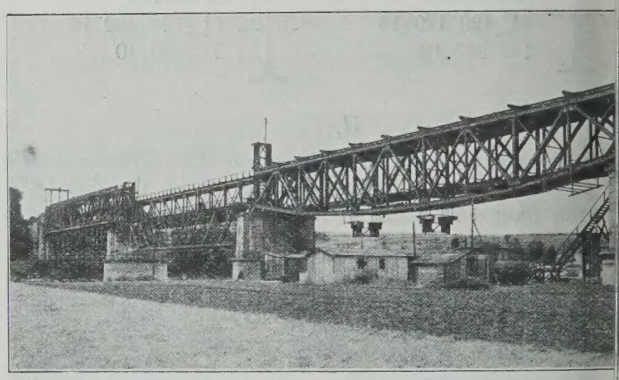
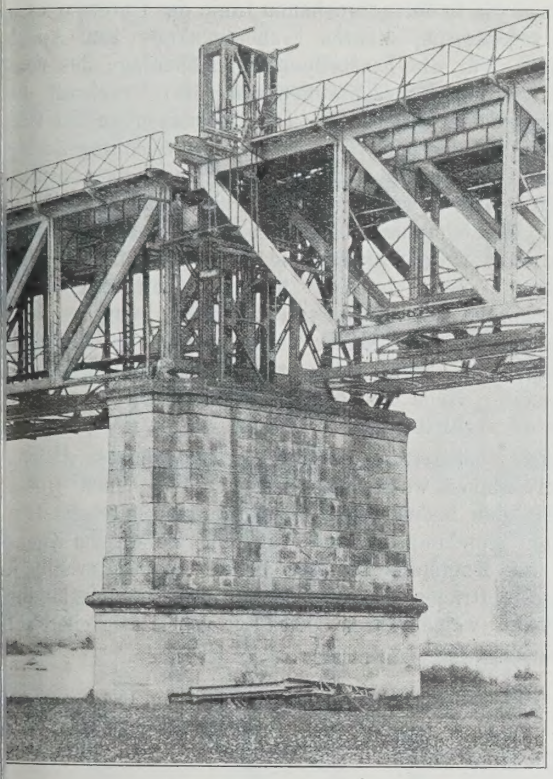


Abb. 7. Der neue rechtsuferige Überbau ist abgelassen und i Auflager versetzt. Der alte Überbau ist gänzlich entfer

Blechträger »A« von kastenförmigem Querschnitt, die m Obergurten beider Hauptträger des Überbaues so verb waren, dafs sie beim Freihängen des Überbaues dessen gewicht übernehmen mufsten, abzustützen. Durch den St Blechträgers »A« gesteckte Auflagerbolzen von rechte Querschnitt mit gerundeter unterer Seite fanden ihre Aufla in den zusammengehörigen Pfosten der Schmalseite des K gerüstes. Die Hebung bzw. Senkung des Brückenüberba folgte durch hydraulische Hebeböcke. Diese und die sie stüt Stapel aus Hartholz ruhten auf Blechträgern »B« mit eb kastenförmig ausgebildeten Querschnitten. Diese Stützträg sassen mit ihren Untergurten auf Tragbolzen, welche Pfosten des Klettergerüstes gelagert wurden. Die beiden wände der Stützträger »B« mufsten zur Umschliefsu Endpfosten des alten Überbaues in das Klettergerüst g

cht werden. Nach ihrem Einbau wurden beide Hälften irnseitig angeschraubte, den Kastenquerschnitt über- Bleche miteinander verbunden. Weiter verbanden ftige Platten symmetrisch über der Längsachse der en die oberen wagrechten Gurtwinkelschenkel der beiden agwände. Auf diesen mit kräftigen Querrippen ab- n Platten wurden die zum Unterbauen der Hebeböcke ichen, aus über Kreuz gelegten Vierkanthölzern her- n Stapel aufgebaut. Durch diese Aufbauweise war in erklotzung der Hebeböcke ein inniger Verband her- welcher durch Aufsitzen des Stempels oder der Zylinder- der Hebeböcke immer unter Spannung gehalten wurde. e dieser Hölzer war mit etwa 10 cm dem Hubweg des s, die Seitenbreite mit 16 cm der Grundfläche der füfse (Pratzen) bzw. des Stempelfufses der hydraulischen ke angepafst. Mit Rücksicht auf den hohen spezifischen ruck mussten für die Unterklotzung Harthölzer ver- werden. Der Zweck der Holzstapel war die Schaffung



. Anheben des alten, durch Abbrennen der Endpfosten lsersten Untergurtstäbe vorgerichteten, im Klettergerüst hängten rechtsuferigen Überbaues vor der Absenkung.

änderlicher Unterlagen der Hebeböcke. Nachdem alle ngen getroffen waren, wurden die unter den beiden gerenden aufgestellten Hebeböcke durch Prefspumpen, auf der mit Bohlen abgedeckten Obergurtfläche des es ihre Stellung hatten, von Hand in Betrieb gesetzt. rbau wurde dadurch von seinen Auflagern einige Zenti- gehoben (Taf. 21, 1. Vorgang und Textabb. 8). Durch tzung der Zylinderpratzen in dieser Schwebe festgehalten, durch Einstecken der Tragbolzen in die mit den Haupt- festverbundenen Überträger »A« in den Klettergerüst- ufgehängt. Hierauf wurden die Endpfosten $\frac{0}{0}$ — 0 und ergurtstäbe 0 — 1 abgebrannt (Taf. 21, 2. Vorgang), die nunmehrigen Enddiagonalen des Überbaues ein and eingebaut und die neuen Stützpunkte des Über- gerfufsartig ausgebildet. Jetzt wurde mit der eigent- bsenkung begonnen. Dadurch, dafs die Hölzer ab- d unter dem Stempel und den Pratzen fortgenommen wurden, kletterte die Last 10 um 10 cm nach unten. Wurde der Stempel angezogen, so wurden die Hölzer unter diesen frei und konnten herausgezogen werden. Die Last ruhte während dieser Zeit auf den Pratzen. Wurde darauf der Stempel vorgedrückt bis er die Last wieder aufnahm, so wurden die Hölzer unter den Pratzen frei. Nach Fortnahme dieser und Ablassen des Druckes sank die Last langsam, bis wieder die Pratzen zum Aufliegen kamen (Taf. 21: 3., 4. und 5. Vorgang). Die Stabilität der Holzstapel erforderte für alle Lagen der Absenkung eine leichte Überwachungsmöglichkeit. Die senkrechten Abstände von etwa 700 mm der in den Klettergerüstpfosten zur Lagerung der Tragbolzen gemachten Ausschnitte waren daher für die einzelnen Absenkungsstufen der Last und die damit zuzammenhängenden Unterklotzungshöhen gut bemessen. Die Gesamthöhe der Holzstapel, welche gleich der fortlaufenden Absenkungsmöglichkeit war, betrug jeweils 0,8 bis 0,9 m pro Arbeitsgang.

Nach rückwärts waren die Klettergerüstpfosten gegen das Kammermauerwerk der Widerlager, auf den Pfeilern gegen den Überbau der Mittelöffnung abgestützt, wodurch ein stärkeres Schwingen der Last beim wechselseitigen Absenken der beiden Enden des Überbaues verhütet wurde. War ein Holzstapel

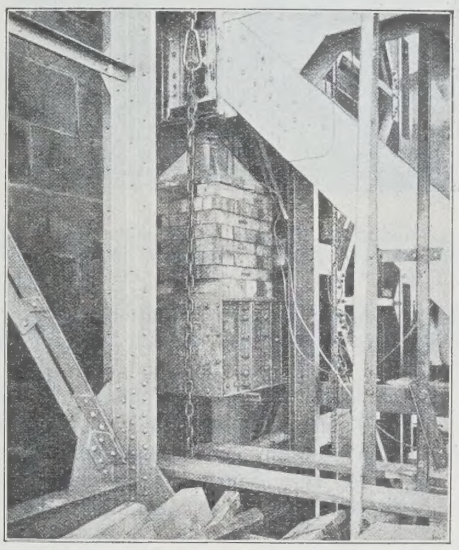


Abb. 9. Stützung des alten Überbaues im Klettergerüst während der Absenkung.

lagenweise abgebaut, so wurde der Überbau im Klettergerüst vorübergehend aufgehängt. Nach Absenken des Stützträgers »B« um eine Lochteilung und Wiederaufbau der Holzstapel (Textabb. 9) übernahmen die Hebeböcke wieder die Last und der Arbeitsgang begann nach Entfernung der Tragbolzen im Überträger »A« in vorbeschriebener Weise von neuem. Während der Umsetzung der Stützträger »B« blieben die Hebeböcke vermittels leichter Stiftschrauben an dem Hauptträgerlagerfufs befestigt (Textabb. 9 und 10). Als schliefslich die Stützträger »B« auf dem Mauerwerk angelangt waren, wurde der Überbau noch bis auf ein Mindestmafs, welches den Ausbau der Stützträger »B« gerade noch zuliefs, abgesenkt und dann mittels der Überträger A wiederum im Klettergerüst aufgehängt. Die Stützträger B wurden jetzt ausgebaut. Nach nunmehriger Errichtung der Holzstapel unmittelbar auf dem Widerlagermauerwerk erfolgte die Absenkung des Überbaues noch soweit, dafs nach einer letzten Aufhängung der Last der Stapelrest samt Hebeböcken entfernt werden konnten (Taf. 21: 6. Vorgang). Ein aus drei Stücken zusammengesetzter Breitflanschträger auf Holzunterlagen wurde verlegt und auf diesem die Holzstapel samt Hebeböcken unter der Stützachse der Tragbolzen eingebaut. Zur Erzielung der erforderlichen Grundfläche wurden

neben den Breitflanschträgern I 28 B noch beiderseits Stücke aus I NP-Trägern von gleicher Höhe verlegt und diese durch Querrippen sowie obere und untere Blechplatten mit dem Breitflanschträger verbunden. Durch Anpressen der Hebeböcke gegen den Überträger A wurden schliefslich die Tragbolzen so entlastet, dafs sie entfernt werden konnten. Das hierdurch freigewordene Klettergerüst wurde abgebrochen. Der Überbau wurde nun noch weiter abgesenkt und schliefslich auf Rollen-

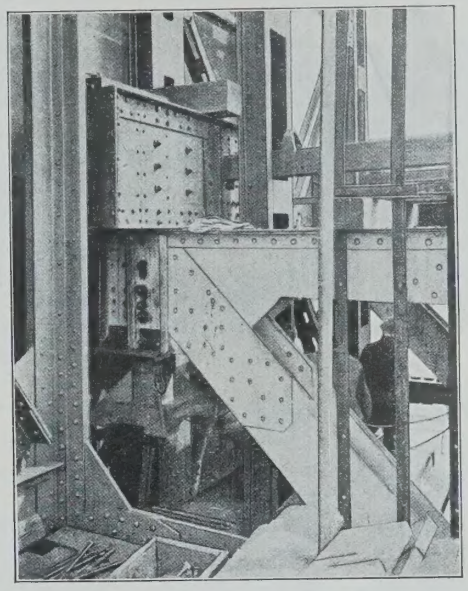


Abb. 10. Aufhängung des alten Überbaues im Klettergerüst. Zur leichteren Ermöglichung des Umbaues des Holzstapels sind die Hebeböcke an den Auflagerstützpunkten des Überbaues befestigt.

lager, welche auf dem unterlegten Breitflanschträger senkrecht zur Längsachse des Überbaues seitlich verschiebbar waren, abgesetzt (Taf. 21: 7. und 8. Vorgang und Abb. 2 und 2a, Taf. 19). Durch eine Seitenverschiebung des abgesenkten Überbaues von 750 mm wurde zwischen den Überbauten der beiden Gleise Raum für die Aufstellung eines Montagekranes gewonnen. Nach der Durchführung der Verschiebung wurden die Rollen des landseitigen rechten Auflagers um 90° gedreht

Brückenlängsrichtung von Hand zu verfahrender, mit elektri Hub- und Katzenantrieb ausgerüsteter Portalkran verw Die Arbeitsstätte war auf die ganze Brückenlänge gege im Betrieb befindliche Gleis durch ein Geländer abgeschl

III.

Um die ankommenden Brückenteile ohne Umladun Verwendungsstelle bringen zu können, war das Zufahr über das Kammermauerwerk hinaus soviel verlängert, da Entladung der Bahnwagen und eine Absetzung der Brück an ihren Einbaustellen vermittels des Montagekrans m war. Hierzu wurde das Gleis im Anschlufs an das Ka mauerwerk durch ein auf dem abgesenkten alten Überba gestelltes Eisengerüst unterfangen (Textabb. 4 c). Zur stützung der Endpfosten dienten während des Aufbau neuen Hauptträger Holzböcke. Mit über Kreuz ver einerseits auf den Gurtungen, andererseits auf den Schw trägern des alten Überbaues aufgelagerten Holzstapeln, die zwischenliegenden Knotenpunkte unterbaut (Textabb Soweit es die in der gebrochenen Linie des Untergurtes lie Stäbe erforderten, dienten Eichenholzkeile zum Ausglei Schräge. Für die Einstellung der Höhenlage des neuen baues wurden Hebeschrauben von 30 t Tragkraft unt Knotenpunkten vorgesehen. Der Zusammenbau der Haup erfolgte in üblicher Weise. Da die rechnungsmäfsige höhung schon in der Zulage der Brückenbauanstalt sichtigt worden war, brauchten auf der Baustelle nu kleine Abweichungen ausgeglichen zu werden. Im An hieran wurden die Stöfse und Knotenpunkte der Haup vernietet. Vor Abschlufs dieser Vernietungen wurd Klettergerüste, die mittlerweile zur Absenkung des linksu Überbaues gedient hatten, wieder eingebaut und dadu erforderlichen Stützpunkte zum Freihängen des Üb geschaffen. Nach vollzogener Freihängung wurden di verbände vernietet.

Zur Vorbereitung der nun vorzunehmenden Absenku Konstruktionen wurde der alte an den neuen Überba zwar in den bisher durch Holzaufbauten unterstützten punkten angehängt (Abb. 3, Taf. 19). Zu diesem Zweck über den Knotenblechen der neuen und unterhalb je alten Hauptträger paarweise aus ⅄ gebildete Verbindung eingebaut, welche durch Anschläge gegen seitliches Vers

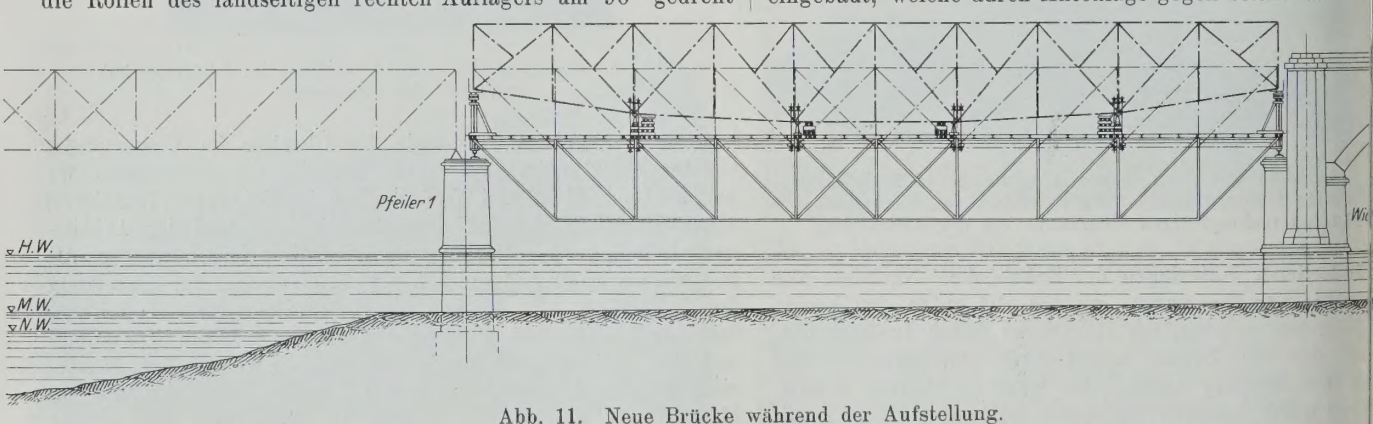
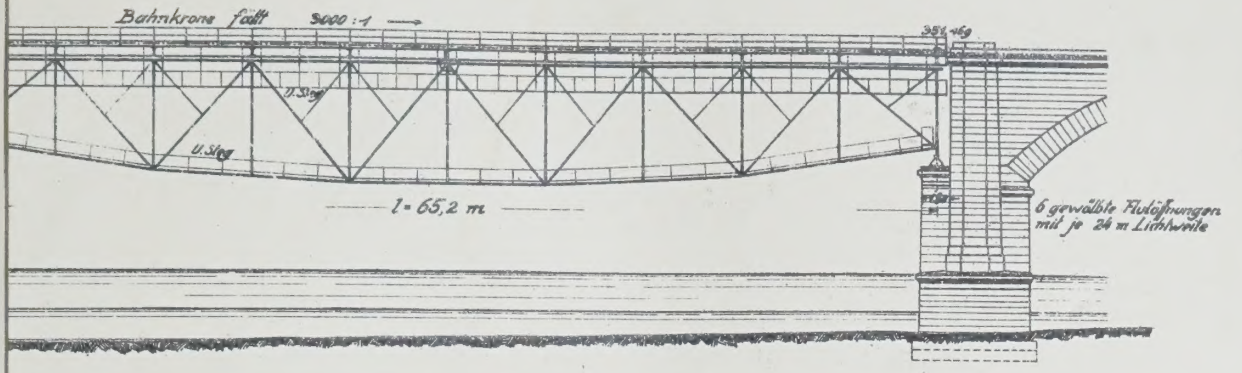


Abb. 11. Neue Brücke während der Aufstellung.
Der alte Überbau wird zum Zwecke seiner Absenkung nach Fertigstellung des neuen Überbaues mit diesem durch Verbindungsschrauben zusammengeschlossen.

und die des linken, talseitigen, entfernt. Der Höhenunterschied wurde hier durch Flacheisen ausgeglichen, so dafs die Lagerung des für den weiteren Fortgang der Arbeit als Montagegerüst dienenden alten Überbaues den statischen Anforderungen entsprach. Die bisherige Behelfsabdeckung der Hauptträger wurde entfernt und hierfür eine Arbeitsbühne von genügender Breite und Tragfähigkeit für den Aufbau des neuen Überbaues hergerichtet. Für den Zusammenbau des letzteren wurde ein in der

gesichert, je vier aus Rundeisen $1^{7}/_{8}$'' englisch herg mit Doppelmuttern versehene Hängestangen aufnahme Minderung des abzulassenden Gewichtes wurden nach des jetzt nicht mehr benötigten Gerüstbodens alle noc entfernbaren Teile, so Untergurte, Diagonalen, Schwellen- und Querträger im Brennschneideverfahre trennt und mittels Drahtseilen zu Boden bzw. in einen stehenden Kahn abgelassen (Textabb. 12).



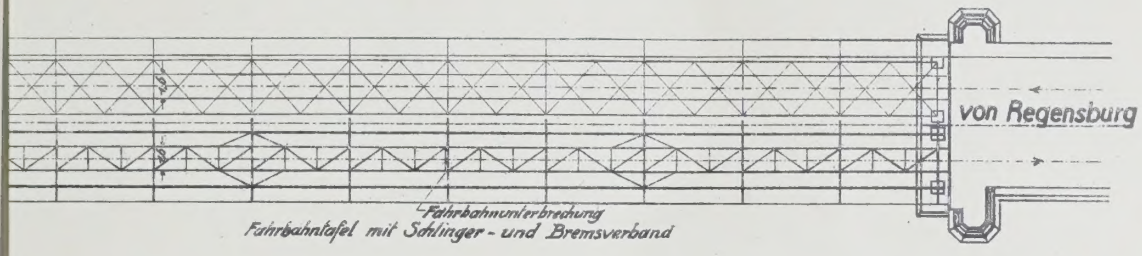
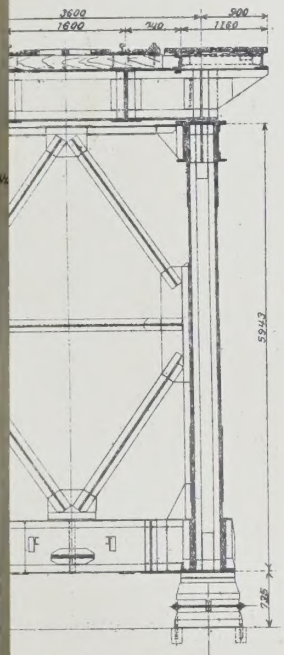
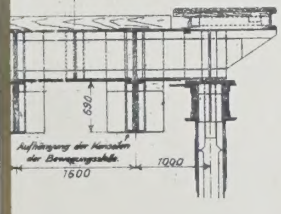


Abb. 3.

querrahmen.



rschnitt bei V.



Querschnitt bei III.

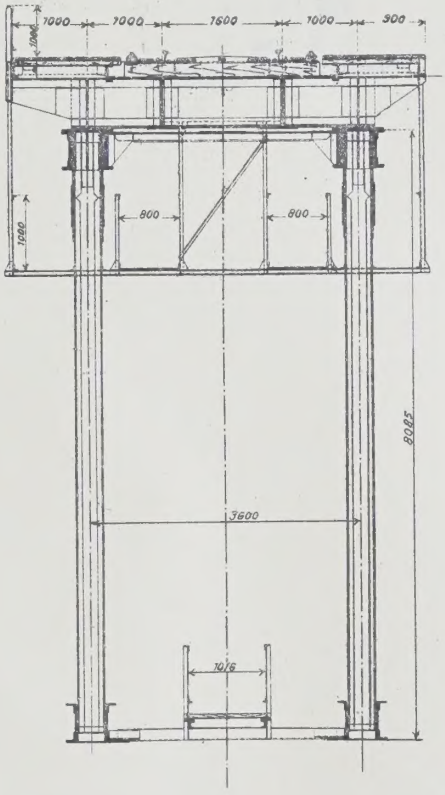
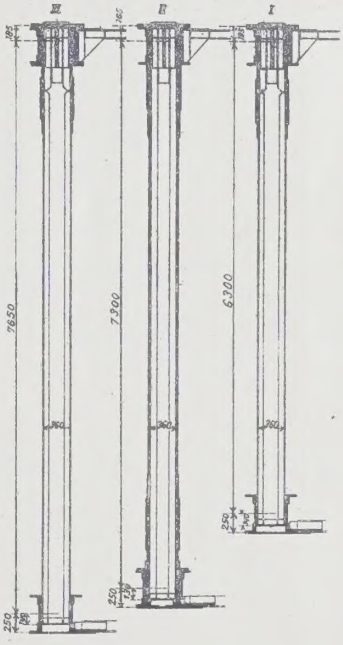


Abb. 3 a. Pfosten.



Zum Aufsatz: Die Donaubrücke bei Mariaort.

Abb. 1. Übersicht über die Bauform der neuen Brücke.

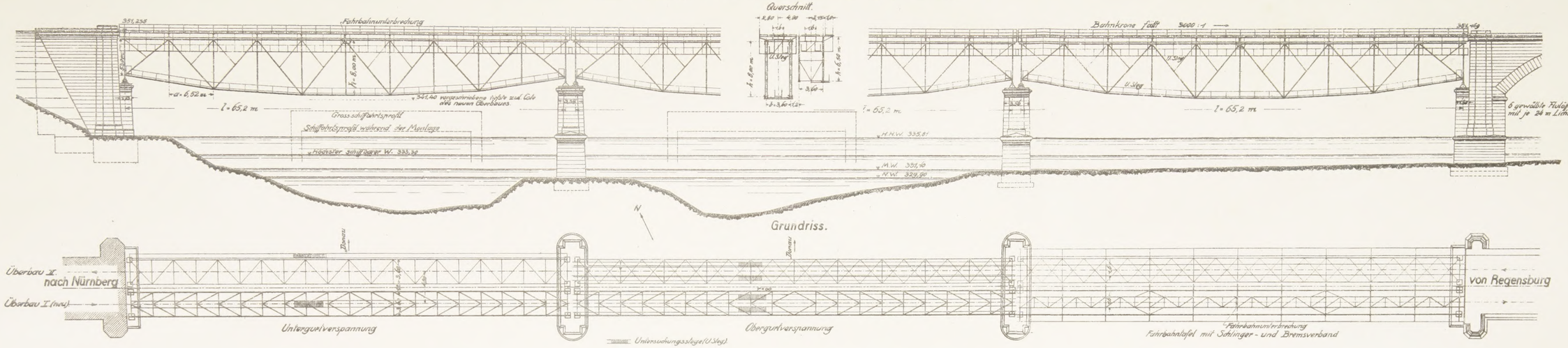


Abb. 2. Teilansicht der Hauptträger.

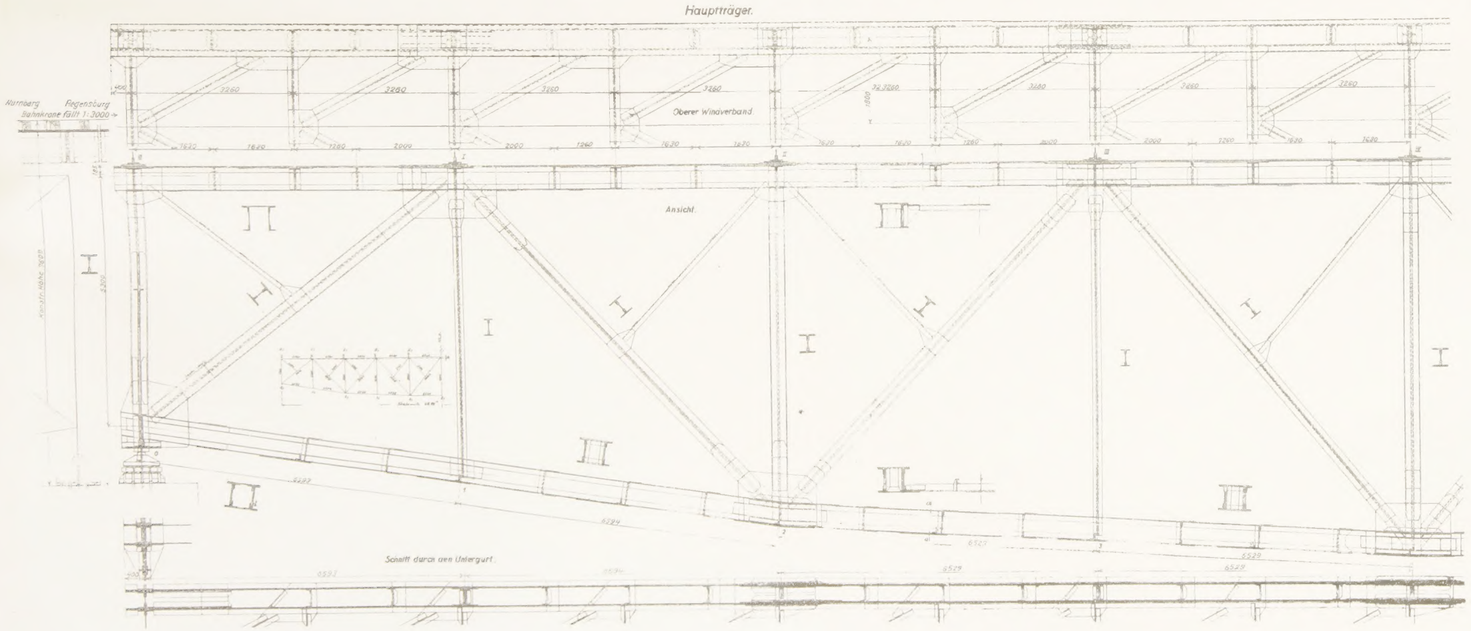
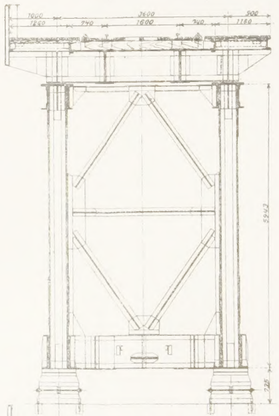
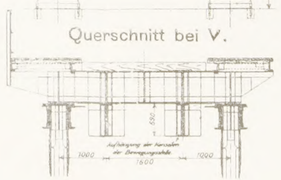


Abb. 3.

Endquerrahmen.



Querschnitt bei V.



Querschnitt bei III.

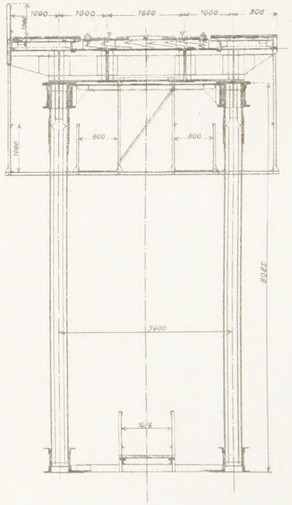


Abb. 3a. Pfosten.

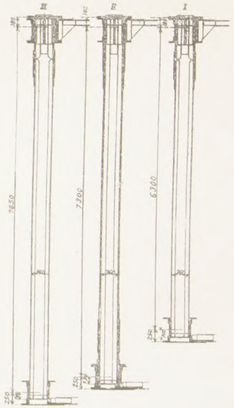
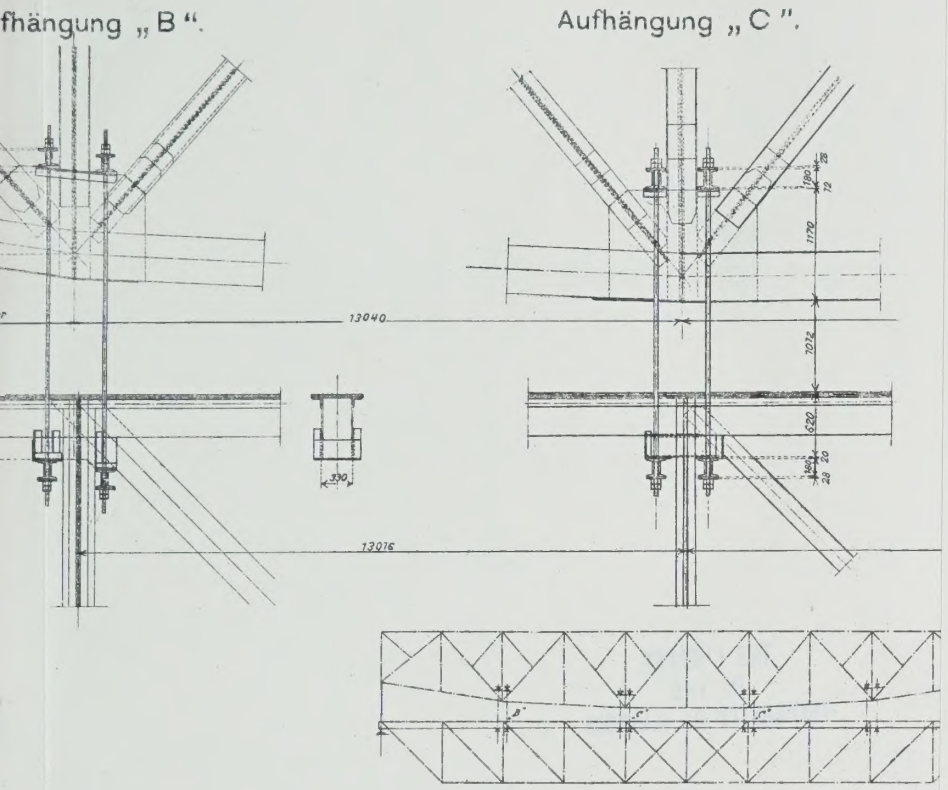


Abb. 3. Anhängekonstruktion der alten Brücke an der neuen



b. 1. Schwellenträger und deren Lagerung an der Trennungsfug

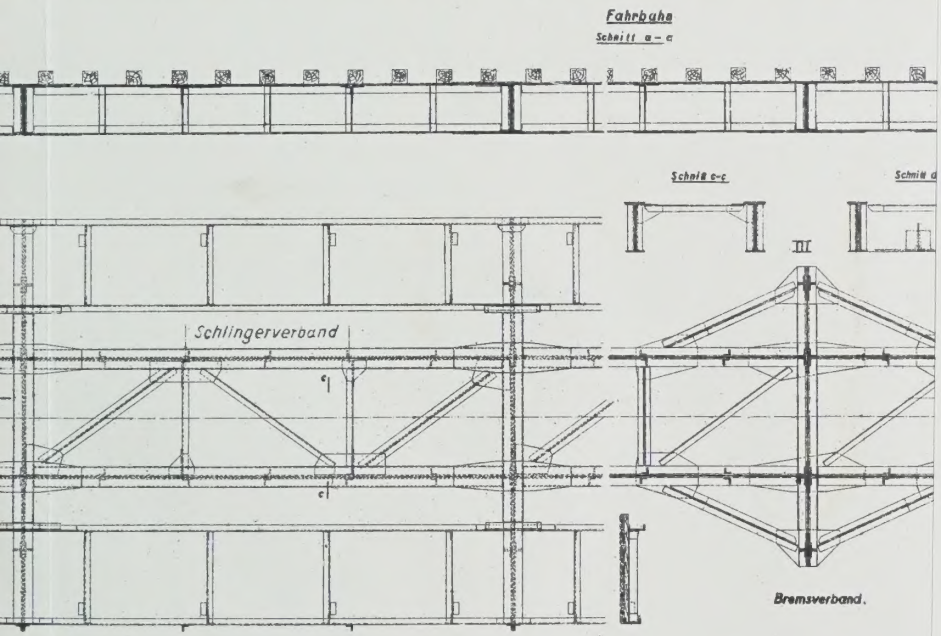


Abb. 2. Seitenverschiebung der alten Brücke.

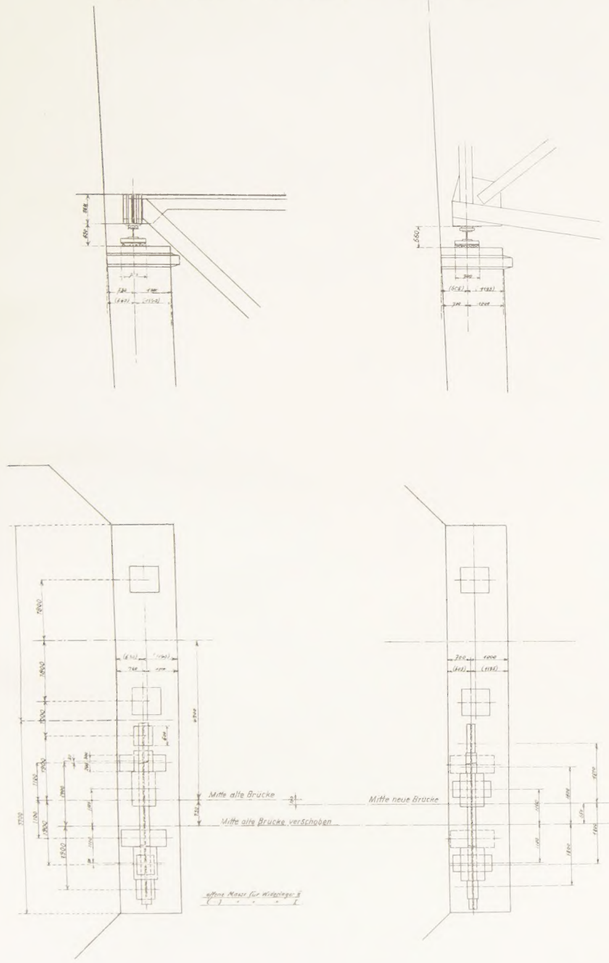
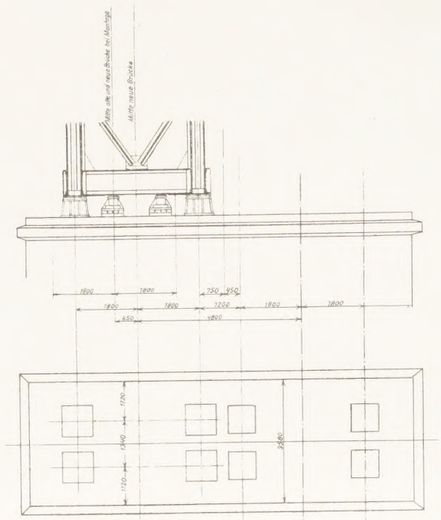


Abb. 2 a. Zurückschieben der neuen Brücke.



Neue Brücke in Bahnachse zurückgeschoben und auf Lager abgesetzt.

Zum Aufsatz:

Die Donaubrücke bei Mariaort.

Abb. 3. Anhängekonstruktion der alten Brücke an der neuen vor der Absenkung.

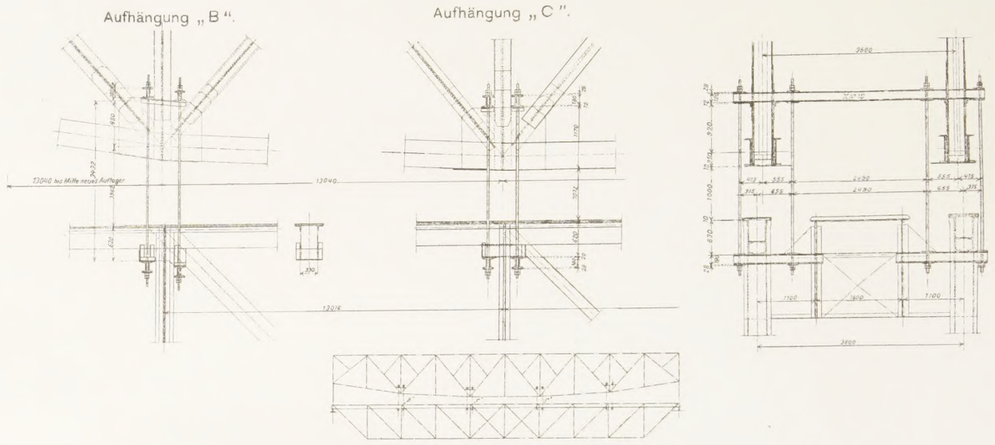
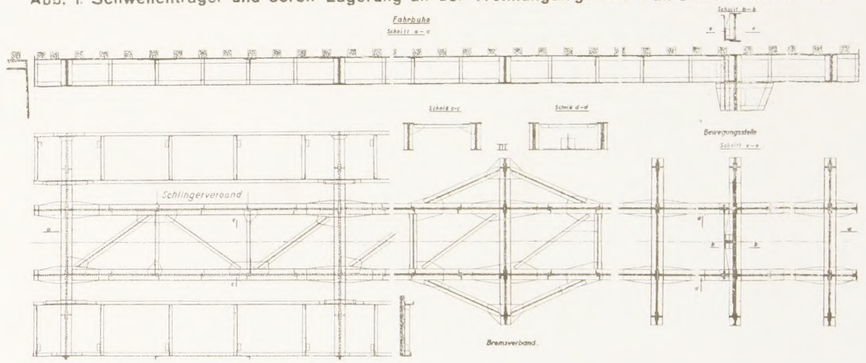
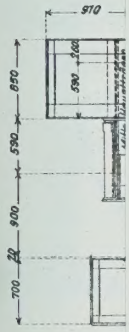


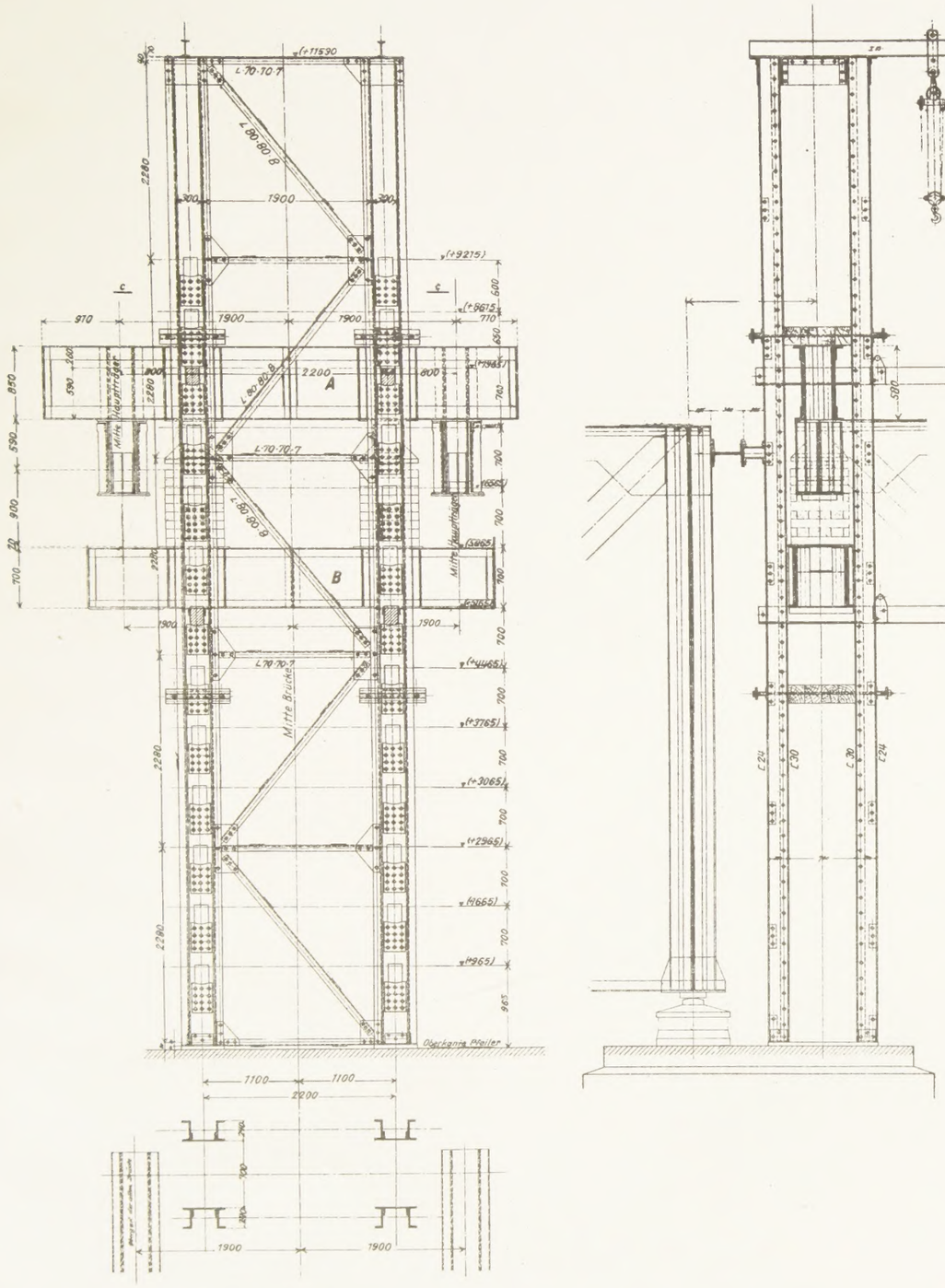
Abb. 1. Schwellenträger und deren Lagerung an der Trennungsfuge der Fahrbahn auf Konsolen.




970
100
530
850
530
900
22
700

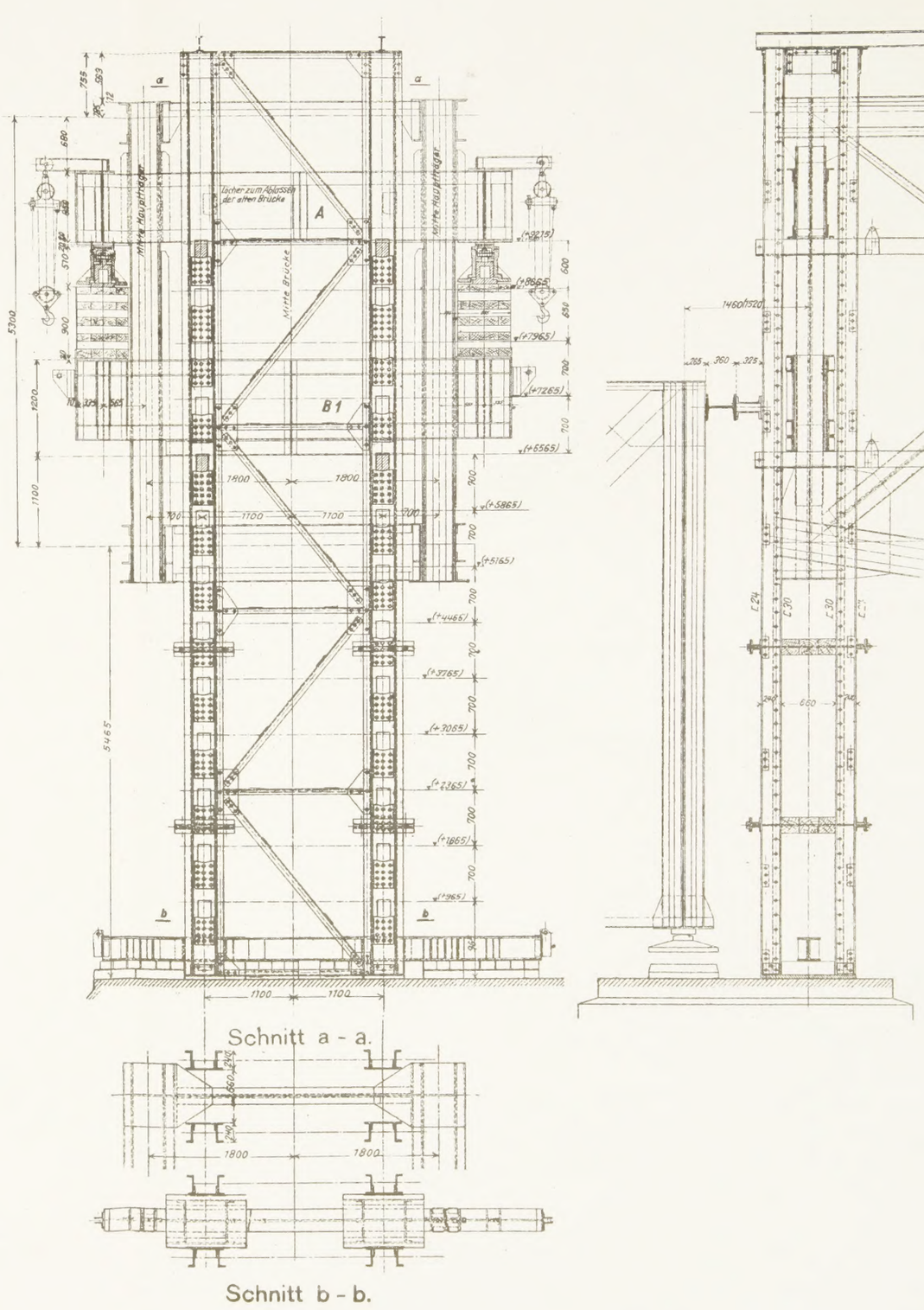
Zum Aufsatz: Die Donaubrücke bei Mariaort.

Klettergerüst beim Ablassen der alten Brücke.



Schnitt c - c.

Klettergerüst beim Ablassen der neuen Brücke.



Schnitt a - a.

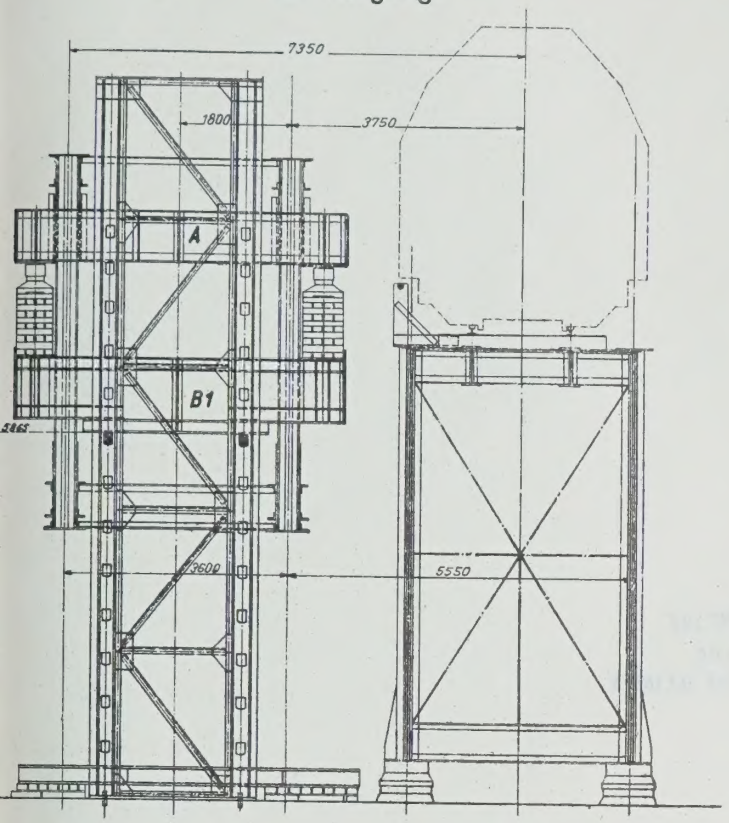
Schnitt b - b.

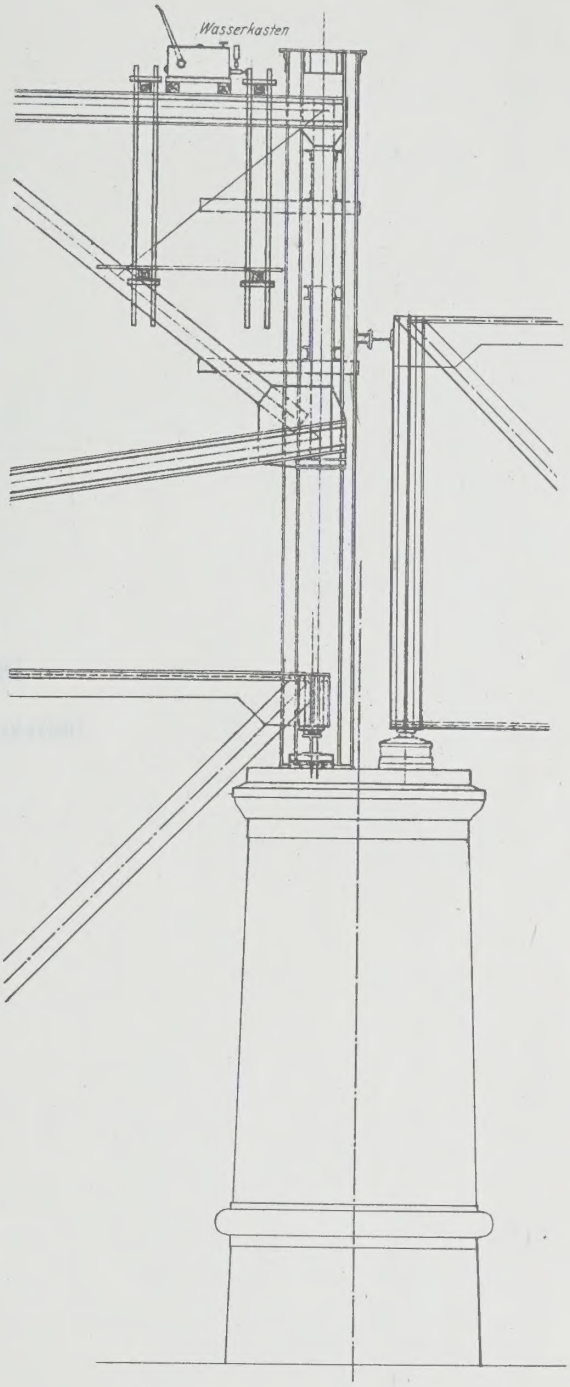
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

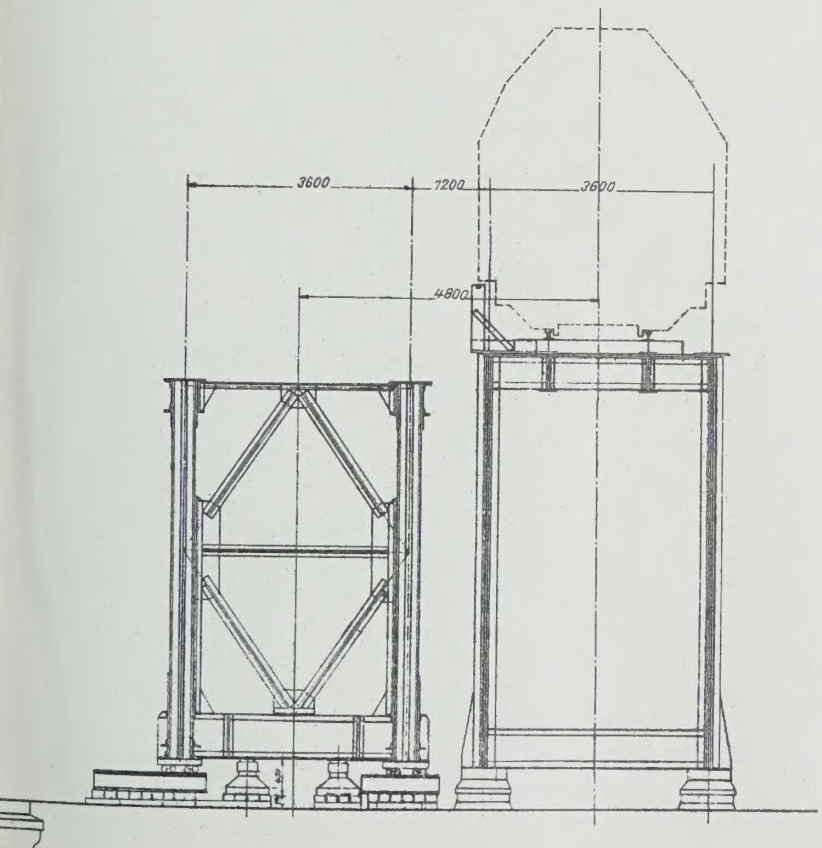
ıssen der neuen Brücken.

10. Vorgang.





12. Vorgang.

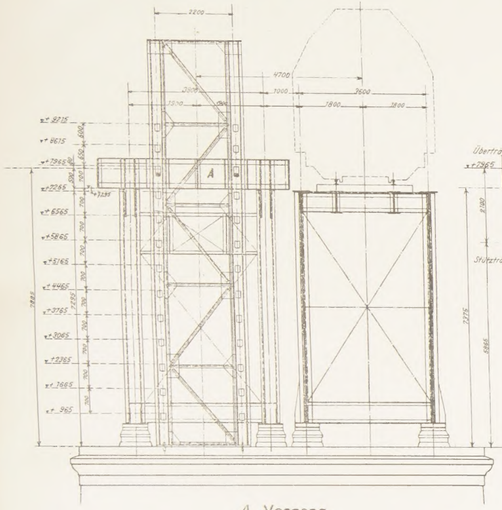


Lith. Anst. v. E. Wirtz, Darmstadt.

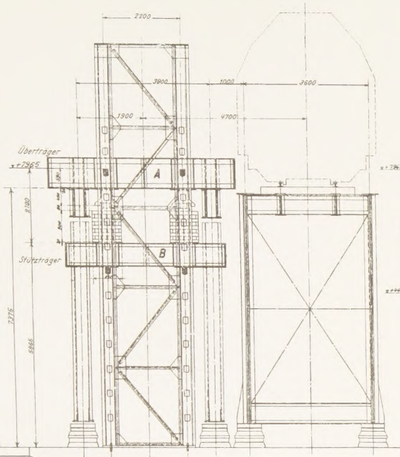
Zum Aufsatz: Die Donaubrücke bei Mariaort.

Gerüststellungen beim Ablassen der alten Brücken.

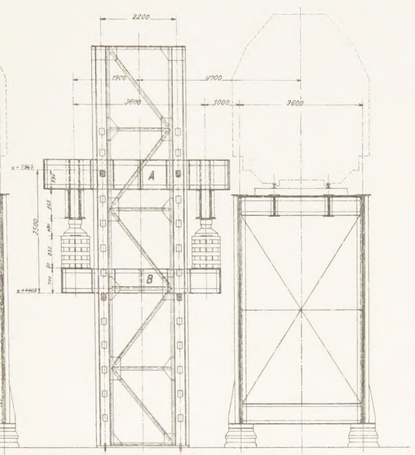
1. Vorgang.



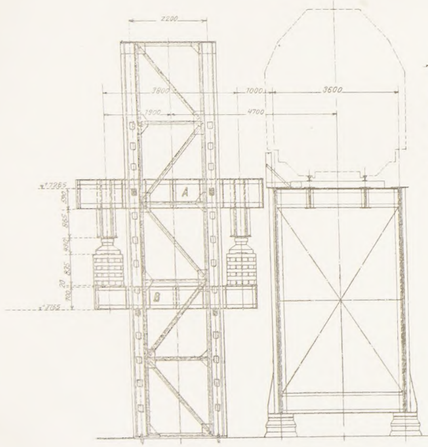
2. Vorgang.



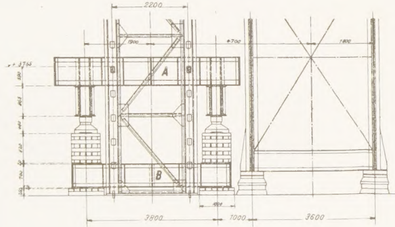
3. Vorgang.



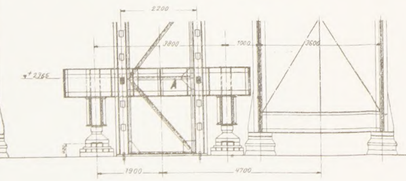
4. Vorgang.



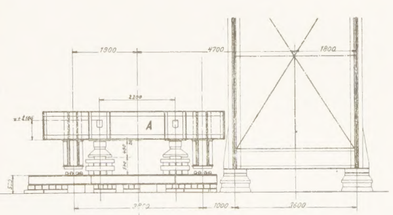
5. Vorgang.



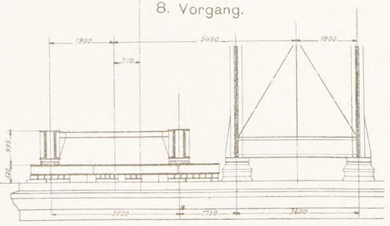
6. Vorgang.



7. Vorgang.

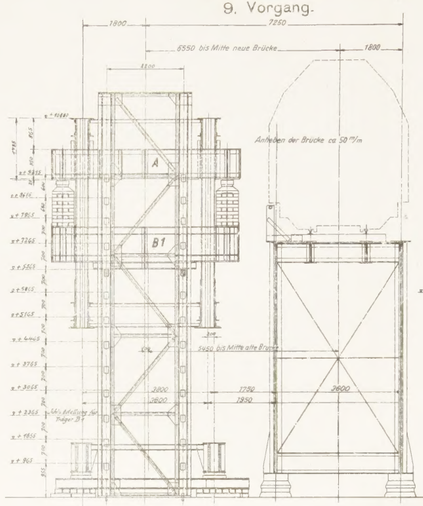


8. Vorgang.

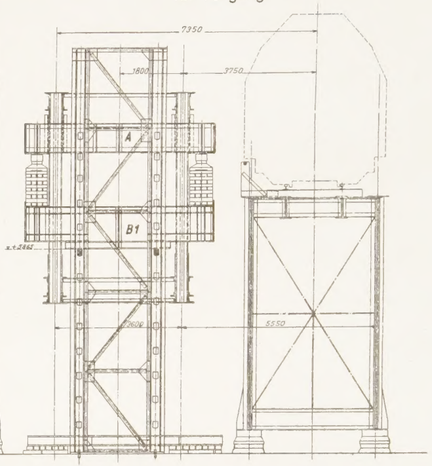


Gerüststellungen beim Ablassen der neuen Brücken.

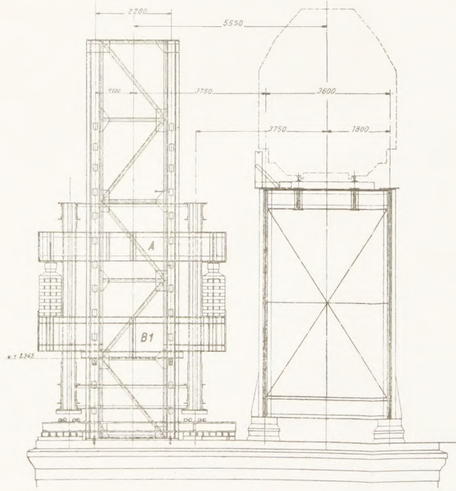
9. Vorgang.



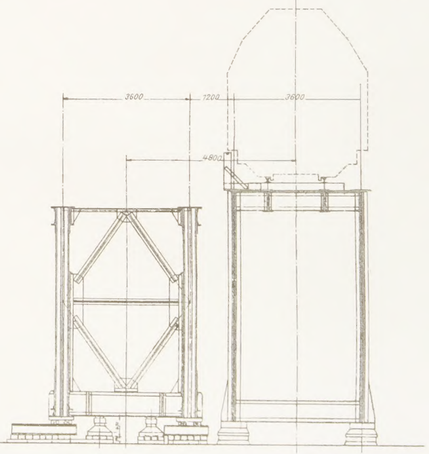
10. Vorgang.

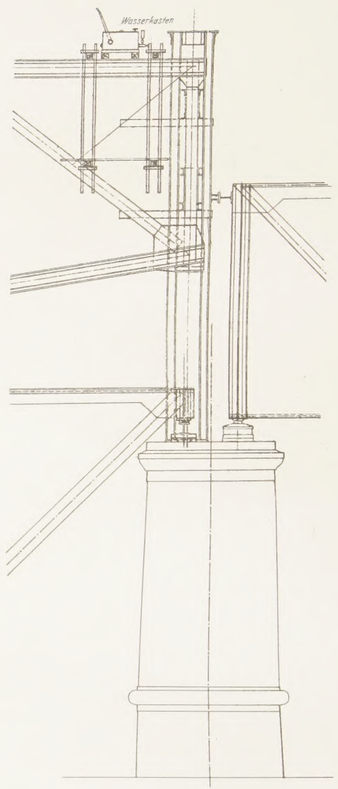


11. Vorgang.



12. Vorgang.

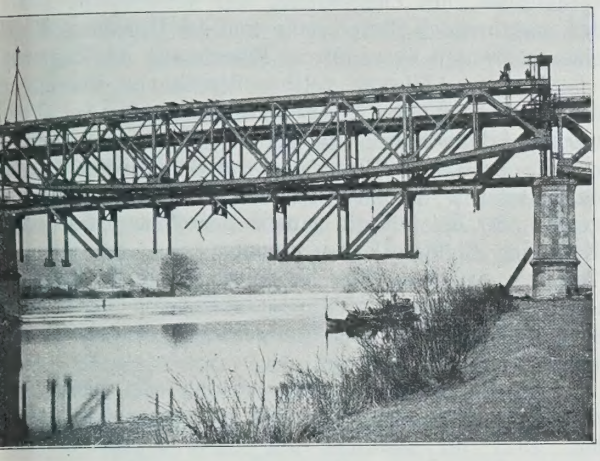




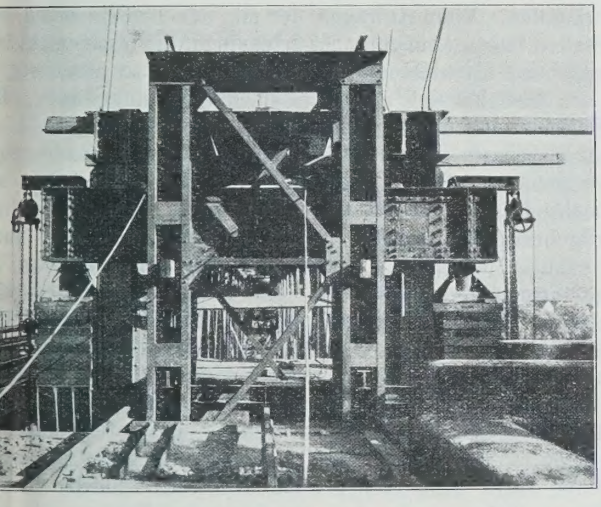
© W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

e beiden Tragwände des oberen Kastenträgers A (Über-waren durch besondere Anschlufswinkel mit den Flanschen lpfosten des neuen Überbaues, unter Benutzung der in eren Pfostenenden vorhandenen Nietbohrungen, ver-t. Die Abstützung des durch den neuen mit anhängenden les alten Überbaues belasteten Trägers »A« erfolgte durch oel und Hebeböcke, aufsenseits der Endpfosten des neuen ues (Textabb. 13). Die sich hieraus errechnenden igeren Belastungsmomente erforderten einen stärkeren ger »B_1« als er zur Absenkung des alten Überbaues let wurde. Zur Begrenzung der seitlichen Verschiebbar-rde der Lichtabstand der beiden Tragwände nur wenige ter weiter gehalten als es die Breite des umschlossenen ägerpfostens erforderte. Um mit den bisherigen Trag-



. Abbruch des an den neuen Überbau der Mittelöffnung gten alten Überbaues. Die Abbruchstücke wurden in einen Kahn abgelassen.



3. Aufhängung des neuen Überbaues im Klettergerüst während der Absenkung.

auszukommen, wurden auch die Stiele des Klettergerüstes zusammengerückt (Taf. 20). Die Absenkung des neuen n noch anhängenden Teilen des alten Überbaues wurde licher Weise (Taf. 21: 9. und 10. Vorgang) durchgeführt, e beim Absenken des alten Überbaues beschrieben. Da-dafs sowohl die Hilfsträger als auch die Tragbolzen in zu handhabenden Schraubenflaschenzügen hingen, waren weiligen Umstellungen auf die nächste Absenkungsstufe n durchzuführen. Nach Absetzung der neuen Brücke auf rschubträger wurde der Rest des alten Überbaues entfernt. eue Überbau wurde sodann in seine Gleisachse verschoben. Ausbau des mittleren Verschubträgerstückes wurden die Hebeböcke unter die Anhubträger der Endquerrahmen des neuen Überbaues gestellt, die Brücke soweit angehoben, dafs die seitlichen Stücke des Verschubträgers ebenfalls ausgebaut, hierfür die endgültigen Lagerstühle eingebaut und in diese der neue Überbau abgesetzt werden konnte (Taf. 21: 11. und 12. Vorgang und Abb. 2, Taf. 19).

Auf dem in seinen Lagern nunmehr satt aufsitzenden neuen Überbau wurde die Fahrbahntafel mittels abgestrebter Standbäume verlegt.

Der Umbau der Brücke wurde am 28. April 1926 begonnen. Die Absenkung des letzten neuen Überbaues erfolgte am 16. und 17. November 1926.

Die jeweils auf der Brückenbauanstalt zur Ablieferung kommenden Baustoffe wurden vor ihrer Verarbeitung im mechanisch-

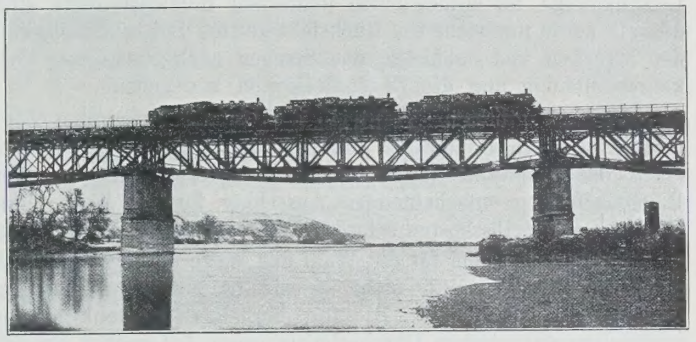


Abb. 14. Probebelastung der neuen Brücke mit drei schweren Lokomotiven S 3/6.

technischen Laboratorium der Technischen Hochschule in München nochmals Kontrollversuchen unterzogen. Bei der Neuartigkeit des Baustoffes ergaben sich hinsichtlich der Erfüllung der Abnahmebedingungen begreiflicherweise Schwierigkeiten, welche Ersatzlieferangen notwendig machten. Diese haben die Ausführung des Bauwerkes verzögert und dessen verhältnismäfsig lange Bauzeit veranlafst. Es kann jedoch festgestellt werden, dafs das Lieferwerk, die Burbacher Hütte in Saarbrücken,

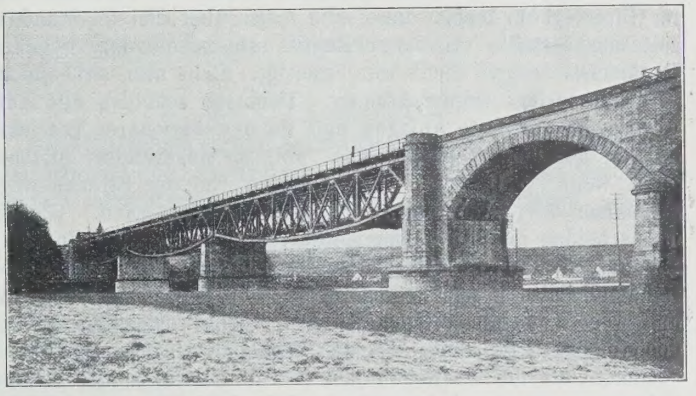


Abb. 15. Ansicht der fertigen Brücke nach dem Umbau.

schliefslich einen in jeder Beziehung einwandfreien Baustoff St. 48 lieferte. Am 21. Dezember 1926 wurde die Probebelastung unter Verwendung von drei schweren Lokomotiven S 3/6 vorgenommen (Textabb. 14); die gemessenen Durchbiegungen stimmen ziemlich genau mit dem hierfür theoretisch ermittelten Werte überein. An den Konsolen der Teilungsstelle der Brücke wurden Bewegungen der aufgelagerten Schwellenträger von 3 bis 4 mm festgestellt. Der zweigleisige Betrieb auf der Strecke Regensburg—Nürnberg wurde am 22. Dezember wieder aufgenommen (Textabb. 15).

Die Ausführung der Brücke ist eine anerkennenswerte Leistung der Firma B. Seibert, G. m. b. H. in Aschaffenburg. Die Durchführung der Aufstellung kann als vorbildlich gelten.

Die Ermittlung der Zugförderkosten der Güterzüge als Unterlage für die Wahl der Leitungs

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **A. Baumann**, Berlin.

Die Beförderung der Wagenladungsgüter innerhalb des Reichsbahngebiets ist an bestimmte Leitungswege gebunden. Diese sind aus alten, in erster Linie für die Tarifbildung wichtig gewesenen Wegevorschriften heraus entstanden, bei deren Aufstellung noch der Wettbewerb der ehemaligen Ländereisenbahnen und teilweise der früheren Privateisenbahnen mitgesprochen hatten. Der tarifliche Zweck dieser Vorschriften ist — wenigstens für den deutschen Binnenverkehr — bedeutungslos geworden, weil ohne Rücksicht auf den gefahrenen Weg die Fracht für das Gut nach dem kürzesten fahrbaren Weg zwischen Abgangs- und Zielstation berechnet wird. Für die Wahl der Leitungswege im einheitlichen deutschen Reichsbahnnetz sind deshalb heute nur mehr die Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Strecken und Bahnhöfe, das Streben nach günstigster Verkehrsbedienung und die Zugförderkosten mafsgebend.

Vielfach gibt ein Vergleich der zuletzt genannten Zugförderkosten, d. h. der für die Beförderungsleistung auf dem einen oder anderen Wege aufzuwendenden Selbstkosten der Reichsbahn den entscheidenden Ausschlag für die Wahl eines Weges. Die Selbstkosten erfordern also sorgfältige Ermittlung.

Es darf bei dem für die Wahl der Wege nötigen Vergleich mehrerer Strecken nun nicht — wie es bisher vielfach geschieht — mit den z. B. für ein Bruttotonnenkilometer ermittelten statistischen Durchschnittskosten des ganzen Reichsbahnnetzes oder des in Frage kommenden Direktionsbezirks gerechnet werden. Unter Berücksichtigung der jeder Strecke eigenen besonderen Verhältnisse müssen vielmehr diejenigen Teile der reinen Zugförderkosten betrachtet werden, die tatsächlich durch die Zugfahrt auf der einen oder anderen Strecke verursacht, also bei dem damit wechselweise bedingten Wegfall der Zugfahrt zu ersparen sind.

Es ist wichtig, volle Klarheit zu gewinnen über die zu vergleichenden Kosten. Bei den im Wettbewerb stehenden Leitungswegen handelt es sich nie um kleine Zubringerlinien, sondern um durchgehende Strecken; sowohl im Personen- wie im Güterverkehr tragen diese eine meist über den 24-Stundenzeitraum verteilte Zahl von Zügen, die schon der örtlichen Bedürfnisse wegen nicht voll beseitigt, nicht alle auf andere Strecken verlegt werden können. Demnach scheiden alle Aufwendungen für feste Anlagen und für den stationären Betriebsapparat aus dem Vergleich aus, weil sie unverändert bleiben, auch wenn z. B. zwei von 20 Zügen von der Strecke weggenommen oder zwei Züge zu den 20 zugefügt werden. Gleichfalls scheiden mit Ausnahme eines von der einzelnen Zugfahrt abhängigen Teils der Oberbaukosten die gesamten Kosten der Bahnunterhaltung aus, da sie von Zeit und Witterung beeinflufst und wegen der übrigbleibenden oder schon vorhandenen Züge doch aufzubringen sind. In den Vergleich einzusetzen bleiben demnach nur die Aufwendungen für die Betriebsstoffe, für die Fahrzeuge, für den Lokomotiv- und Zugbegleitdienst sowie für die Mehrbeanspruchung des Oberbaus.

Freilich kann auch — was hier der Vollständigkeit wegen gestreift sei — bei einer Änderung der Leitungswege eine Strecke vielleicht so weit zusätzlich belastet werden, dafs örtliche Mehrausgaben entstehen, weil z. B. bei den Betriebsstellen ein bisher nicht vorhandener voller Nachtdienst eingerichtet werden mufs. Die hierfür aufkommenden Kosten fallen im Sinne der oben gemachten Ausführungen selbstverständlich auf den neu hinzutretenden Verkehr. Entsprechend schlägt Verringerung örtlicher Aufwendungen an einer Strecke bei Verlegung von Zügen auf einen anderen Leitungsweg zugunsten der verlegten Züge zu Buch. Derartig vermehrte oder einzusparende Ausgaben sind in den nur selten vorkommenden Fällen örtlich unschwer in wirklicher Höhe festzustellen.

Die Ermittlung der oben umgrenzten Selbstkost Zugförderleistung kann dagegen nicht nur in örtliches E gestellt werden; sie mufs im ganzen Reichsbahnnetze heitlichen Grundlagen durchgeführt werden, wenn sie e freie Vergleiche zulassen soll. Diese Grundlagen sin ein »Verfahren zur wirtschaftlichen Wertung der St geschaffen worden, das im Auftrage der Hauptverwaltu einem Ausschufs unter Vorsitz des Reichsbahnoberrats E berger in den letzten Jahren ausgearbeitet worde Weitgehend nach den einzelnen Kostenträgern zergliedert, dieses Verfahren unter schärfster Berücksichtigung der St verhältnisse, des Zuggewichts, der verwendeten Lokor der mitfahrenden Bediensteten und der Belastung des O eine theoretisch einwandfreie Berechnung der Zugförde

Die Durchführung solcher Berechnung für alle S des Reichsbahnnetzes erfordert freilich, selbst bei Einsa reicher Arbeitskräfte, eine geraume Zeit. Man mufs um die dringliche Festsetzung wirtschaftlicher Leistu bald erledigen zu können, zu einer Auswahl derjenigen S greifen, für die nur die genaue Berechnung Klarheit ü Höhe der Zugförderkosten schaffen kann; bei einem g Teil von Strecken, die als Leitungswege in Frage k dürften die Kostenverhältnisse auch mit einfacheren so klarzulegen sein, dafs eine genaue Rechnung — mi vorläufig — sich erübrigt.

Als Unterlage für diese Auswahl der künftig ei zu untersuchenden Strecken sind im verflossenen ersten jahr 1927 für sämtliche mit Durchgangsgüterzügen Strecken der ganzen Reichsbahn einheitliche übersch Kostenberechnungen durchgeführt worden. Es wurde Faustformeln angewendet, die eine Durchrechnung d förderkosten aller in Frage kommenden Strecken in $1^1/_2$ erlaubten. Viele Anfragen der mit den Berechnungen b Stellen lassen es angebracht erscheinen, die bisher nicht b gegebene Entwicklung der Formeln hier zu erläutern.

Zunächst sei ausdrücklich darauf hingewiesen, d Formeln nur überschläglich sind, weil sie — bewufst allzu scharfe, auf Einzelheiten abgestellte Kostenerr vermeiden wollen. Dafür war neben der Rücksicht beabsichtigte genauere Nachprüfung irgend zweif Ergebnisse durch das Streckenwertungsverfahren au Gedanke mafsgebend, dafs die im Näherungswege geführten Berechnungen in vielen Fällen nicht wesentlic als die Ergebnisse genauerer Verfahren von der Wirk abweichen werden; denn wenn auch an sich wohl die M keit besteht, z. B. den Betriebsstoffverbrauch einer best Lokomotive vor einem bestimmten Zuggewicht auf jeder durch äufserst genaue Beobachtungen und Berechnungen stellen, so wird doch eine andere Lokomotive selbst gleiche unter sonst völlig gleichen Verhältnissen vielleicht abwe Werte liefern, oder der am folgenden Tag um $^1/_4$ leichtere Güterzug wird von der ersten wie von der Lokomotive wieder anderes verlangen, oder es wird dritten Tage eine Lokomotive anderer Bauart gestellt, gleicher Leistung einen viel höheren oder aber einen ger Verbrauch hat. Ähnliche Schwankungen findet man b weise weiter in der Zusammensetzung des Zuges nach gattungen oder nach Zahl der Luft- und Handbremswa den wechselnd zahlreichen, verschiedenen Besoldungsstu gehörenden Zugbegleitern und schliefslich in dem un mäfsigen Zustand und der wechselnden Belastung des baues der Strecken.

*) Erste Bearbeitung im Organ 1925. Heft 15, veröffe Zweite Bearbeitung bekanntgegeben mit Verfügung der H waltung der Reichsbahn-Gesellschaft vom 14. August 1926.

erkennt, dafs selbst genaueste Rechnung nicht durch- bald hier bald da zu verzeichnenden Schwankungen nn, also in den Einzelheiten mit der Praxis doch ier übereinstimmen wird. Deshalb sind in den hier lelnden Kostenformeln nur die wirklich wesentlichen Zugförderkosten herausgegriffen und ihnen klar und afsbare Leistungs- und Zeitgröfsen zugrunde gelegt. getrennt nach Kosten der Zugkraft, Kosten der Fahrsönliche Kosten und Kosten des Oberbaues. Die sen auf der Zugförderarbeit, die Fahrzeug- und Lohnehen in Beziehung zur Fahrzeit, auf den Oberbau Last des Zuges. Im Gesamtergebnis wird der Aufgestellt, der durch die Mehr- oder Minderbeförderung Tonne des Brutto-Wagenzuggewichts auf der untertrecke entsteht oder erspart wird.

en den Ergebnissen der Praxis konnten wertvolle n für die Kostenformeln den Arbeiten mehrerer e entnommen werden. An erster Stelle wurde natürlich schon genannte Streckenwertungsverfahren zurück- das in seinem ganzen Aufbau die Auswirkung aller Zugförderkosten beteiligten Momente aufs beste zu en erlaubt. Ein zweiter Ausschufs zur Untersuchung selbeziehungen zwischen den Zugbildungs- und Zugen im Güterverkehr (abgekürzt Zugbildungs-, Zugen-Ausschufs) hat in seinen Arbeiten u. a. ein neues, och nicht veröffentlichtes Näherungs-Verfahren zur g der Zugförderkosten gegeben. Schliefslich wurde der Oberbaukosten auch auf die Ergebnisse des lenbewertungsausschusses (Diba) zurückgegriffen.

Faustformeln, die so — wie unten näher gezeigt wird — unter Berücksichtigung praktischer Werte retischer Untersuchungen neuesten Standes entwickelt onnten, entnehmen als feste Unterlagen aus Höhenenplan sowie aus dem Dienstfahrplan der Strecken Angaben:

Länge der Strecke in km.

Arbeitshöhe der Strecke in m; sie ist nach dem für die Fahrzeitberechnung gemittelten*) Höhenplan aus Länge (in km) und Neigung (in ‰) der einzelnen Streckenteile festzustellen. Als Neigungen sind hierbei für die steigenden, die wagrechten und die flacher als mit 2,5 ‰ fallenden Streckenteile l_1, l_2, l_3 usw. die wirklichen Neigungen $+n_1$, $+n_2$, $+n_3$ usw. zu berücksichtigen; für alle steiler als mit 2,5 ‰ geneigten Gefälle ist als Arbeitsgefälle n_a durchweg 2,5 ‰ in die Rechnung einzuführen. Allgemein ergibt sich demnach die Arbeitshöhe H_a zu:

$$H_a = l_1 . (+n_1) + l_2 . (+n_2) + l_3 . (+n_3) + l_4 . (-n_a) + \ldots$$

Das Arbeitsgefälle n_a entspricht — nach unten folgender Begründung — dem Gefälle, von dem ab der Betriebsstoffverbrauch und die Lokomotivabnutzung trotz der im steileren Gefälle verringerten Zugförderarbeit sich nicht mehr nennenswert vermindern bzw. verändern.

mittleres Gewicht der auf der Strecke verkehrenden Durchgangsgüterzüge in Tonnen.

mittleres Betriebsgewicht der für die Durchgangsgüterzüge auf der Strecke verwendeten Lokomotiven in Tonnen; das Betriebsgewicht von Vorspann- oder Schiebelokomotiven ist — gegebenenfalls im Verhältnis der am Zuge zurückgelegten Weglänge zur Streckenlänge L — dem Betriebsgewicht der über die ganze Strecke laufenden Zuglokomotive zuzuschlagen.

T = reine planmäfsige Fahrzeit (ohne Aufenthalte) der Durchgangsgüterzüge auf der betrachteten Strecke in Minuten.

Für die Berechnung wird angenommen:

w = 3 kg/t als mittlerer Widerstand der Durchgangsgüterzüge entsprechend den meist vorkommenden Geschwindigkeiten zwischen 35 und 45 km/Std.

Der genau berechnete mittlere Laufwiderstand der Züge (Lokomotiven und Wagen) beträgt unter Zugrundelegung wirtschaftlich ausgenutzter Lokomotiven auf der wagrechten geraden Strecke bei den genannten Geschwindigkeiten 2,84 bzw. 3,16 kg/t.

Vor der Kostenermittlung wird errechnet:

$$g = \frac{G_W + G_{Lok}}{G_W} = \frac{\text{Gesamtzuggewicht}}{\text{Wagenzuggewicht}}.$$

A = Zugförderarbeit je t Wagengewicht über die ganze Strecke in mt/t $= L . w + H_a$; die gesamte Zugförderarbeit der Lokomotive, die sich selbst mitzufördern hat, ist gleich g . A mt je t Wagenzuggewicht.

Auf diesen Unterlagen bauen sich die hier zusammengestellten Formeln auf:

	Die Beförderung einer Bruttotonne erfordert an überschläglichen Kosten			
	1. der Zugkraft	2. der Fahrzeuge	3. der Zugmannschaften	4. des Oberbaus
	Pfennige			
A. bei Dampfbetrieb . .	$\frac{g . A}{50}$	$\frac{T}{40}$	$\frac{25\ T}{G_W}$	$\frac{g . L}{30}$
B. bei elektrischem Betrieb . .	$\frac{g . A}{70}$	$\frac{T}{30}$	$\frac{20\ T}{G_W}$	$\frac{g . L}{30}$

Die äufserst einfachen Formeln sind in folgender Weise abgeleitet:

Zu 1. Zugkraft.

Die Faustformel enthält Betriebsstoffverbrauch oder Betriebsstromverbrauch und Lokomotivunterhaltung, sowie bei elektrischem Betrieb Unterhaltung und Erneuerung der Fahrleitung.

A. Dampfbetrieb.

a) Betriebsstoffe.

200000 mkg Zugförderarbeit erfordern 1 kg Kohle.

Theoretischer Beweis: (nach Zugbildungs-, Zugförderkosten-Ausschufs).

1 kg Kohle = 7000 Wärmeeinheiten.

1 Wärmeeinheit = 427 mkg Arbeit.

1 kg Kohle = 2989000 mkg Arbeit.

Thermischer Wirkungsgrad der Lokomotiven = rund 8 %.

Mechanischer » » » = rund 85 %.

Am Triebradumfang nutzbare Arbeit je kg Kohle $= 0{,}08 . 0{,}85 . 2989000 =$ rund 200000 mkg auf 1 kg Kohle.

Praktischer Beweis: (nach Nordmann, Glasers Annalen 1926, Band 99, Heft 10).

Aus Versuchsfahrten in den Jahren 1925 und 1926 ergab sich für die Güterzuglokomotiven der Reichsbahn der Gattungen G 8^2, G 8^3, G 12, württ. K und 44:

*) Ing. W. Müller, Verkehrstechn. Woche 1925, Heft 10; emittelten Neigungen der Fahrzeitberechnung sind die gen, ihrem Widerstand entsprechend in Steigungen um- berücksichtigt.

Lokomotivgattung	Dampfverbrauch je PS_e-h im Mittel kg	Verdampfungsziffer im Mittel	Kohlenverbrauch je PS_e-h kg
G 8²	9,53	8,0	1,20
G 8³	9,67	7,5	1,30
G 12	12,12	7,6	1,60
württ. K	9,11	6,7	1,36
44	8,22	6,9	1,20
		im Mittel:	1,32

1 PS-h = 270000 m/kg also

$$1 \text{ kg Kohle} = \frac{270000}{1{,}32} = \text{rund } 200000 \text{ mkg Arbeit.}$$

Auf 1 kg Kohle werden 7 bis 7,5 kg Wasser und etwa $\frac{1{,}5}{1000}$ kg Öl verbraucht; unter Zuschlag der Kosten dafür ergibt sich ein gesamter Betriebsstoffpreis einschliefslich aller Nebenkosten je kg Kohle von rund 2,5 Pf. 1 mt Zugförderarbeit = 1000 mkg kostet demnach an Betriebsstoff $\frac{1000 \cdot 2{,}5}{200000} = \mathbf{0{,}0125}$ **Pf.**

b) Lokomotivunterhaltung.

Der Zugbildungs-, Zugförderkosten-Ausschufs hat aus dem Streckenwertungsverfahren abgeleitet, dafs 1 mt Zugförderarbeit der Lokomotiven einen Aufwand für Lokomotivunterhaltung von **0,0077 Pf.** verursacht.

c) Betriebsstoffe und Lokomotivunterhaltung.

Insgesamt ist nach a) und b) aufzuwenden je mt Arbeit 0,0125 + 0,0077 = 0,0202 = rund 0,02 oder $\frac{1}{50}$ **Pf.** Für die je t Wagenzuggewicht zu leistende Zugförderarbeit g . A mt entsteht somit ein Aufwand von $\frac{g \cdot A}{50}$ Pf.

d) Mindestkosten in Gefällen.

Die Zugkraftkosten sinken nicht unter ein gewisses Mindestmafs. Das hierfür bei der Ermittlung der Arbeit eingeführte »Arbeitsgefälle n_a« ergibt sich aus folgender Überlegung:

Für das Halten des Feuers sind nach der Literatur mindestens 0,5 kg Kohle je Minute und je m² Rostfläche erforderlich. Die mittlere Rostfläche der Güterzuglokomotiven ist etwa 3,25 m² (G 8 und G 10 2,6 m², G 12 3,9 m²), der entsprechende Mindestverbrauch an Kohle je km bei einer Stundengeschwindigkeit von 35 km 2,78 kg/km, von 45 km 2,18 kg/km, oder durchschnittlich 2,48 kg/km. Nach der oben gegebenen Betriebsstoffermittlung kann also die zum Feuerhalten nötige Kohle 496000 mkg/km Arbeit leisten oder rund 0,5 kg/t Zugwiderstand überwinden. Bei Widerständen unter 0,5 kg/t vermindert sich der Kohlenverbrauch nicht mehr.

Der mittlere Laufwiderstand eines Güterzuges ist 3,0 kg/t; das Arbeitsgefälle n_a ergibt sich daraus zu 3,0 — 0,5 = 2,5‰.

Auch die Lokomotivabnutzung kann von $n_a = 2{,}5$‰ an unverändert angenommen werden, weil ein wesentlicher Teil der Unterhaltungskosten auf den Kessel entfällt und das Triebwerk bei Fahrten ohne Dampf auch durch die Bremsarbeit im Gefälle beansprucht wird. Genauere Unterlagen bestehen für diese Wechselwirkungen nicht; die eingesetzte Annahme kann jedoch keine nennenswerten Fehlschlüsse liefern.

B. Elektrischer Betrieb.

a) Betriebsstrom.

1 kWh Strom kostet an der Schalttafel des Kr
ohne Zins und Tilgung der Anlagen etwa 1,7 Pf. E
Stromverlust zwischen Kraftwerk und Fahrleitung und
20% Verlust zwischen Fahrleitung und Triebradumfan

1 kWh am Triebradumfang nutzbarer Arbeit = $\frac{1{,}7}{0{,}85 \cdot 0{,}80}$

1 mt = 0,002725 kw/h = **0,0069 Pf.**

b) Lokomotivunterhaltung, Unterhaltung u
neuerung der Fahrleitung.

Elektrische Lokomotiven erfordern bei gleicher
wie Dampflokomotiven weniger Unterhaltungskosten. M
dafür im Fachschrifttum etwa 80% der Dampflokomot
veranschlagt*). Für den hier beabsichtigten Vergleic
mufs zu diesen Unterhaltungskosten der fahrenden M
noch der von der Förderleistung verursachte Aufwand fü
haltung und Erneuerung der Fahrleitung oder des Fah
zugeschlagen werden.

Bei der kurzen Dauer der elektrischen Zugförder
stehen bisher noch keine einwandfreien Unterlagen
wirklich im Dauerbetrieb entstehende Höhe der g
Kosten. Auf Leistungen bezogen werden die Gesa
für Lokomotive und Fahrleitung aber nicht wesentli
denen des Dampfbetriebes liegen, so dafs hier übers
mit den auch unter A. b) angegebenen Sätzen von 0,
je mt Zugförderarbeit gerechnet werden kann.

c) Betriebsstrom, Lokomotivunterhaltun
Fahrleitungen.

Je mt Zugförderarbeit ergibt sich insges
Aufwand von 0,0069 + 0,0077 = 0,0146 Pf. = rund $\frac{1}{70}$
g . A mt Zugförderarbeit also $\frac{g \cdot A}{70}$ Pf.

d) Mindestkosten in Gefällen.

Bei elektrischem Betrieb bleiben wie bei Dam
auch ohne Leistung von Zugförderarbeit Zugkraftkosten
Es treten auch bei abgeschalteter Maschine Stromverl
für die Luftbremspumpe wird Strom verbraucht. D
und Triebwerk der Lokomotiven wird abgenutzt; eb
Fahrleitung.

Genauere Unterlagen namentlich für die Abnutz
Lokomotiven und Fahrleitung fehlen noch. Der Mind
verbrauch einschliefslich der Stromverluste ist nach
der Literatur**) etwas gröfser als $^1/_6$ der Verbrauchs-
lustsätze auf ebener Bahn.

Auch bei elektrischem Betrieb dürften gewisse Zu
hänge zwischen Stromverbrauch und Abnutzung der Lok
und Fahrleitung bestehen; bis zur Erweiterung der
ringen Erfahrungen mit dem elektrischen Betrieb w
hier unmittelbare Abhängigkeit angenommen und w
reichend genau mit Mindestzugkraftkosten in Höhe vo
Zugkraftkosten in der Wagrechten gerechnet werde
Damit gilt für den elektrischen Betrieb ebenfalls das
gefälle $n_a = 2{,}5$‰: dessen Differenz zu dem Normal
stand von 3 kg je t beträgt ja $0{,}5 = \frac{3{,}0}{6}$ kg je t.

Zu 2. Fahrzeuge.

Die Faustformeln enthalten Zins und Tilgung von Lok
und Wagen sowie Ausbesserung von Wagen. Die hie

*) Wechmann, der elektrische Zugbetrieb der
Reichsbahn, Seite 461.

**) Müller, Elektrische Bahnen 1926, Seite 164.

Kosten werden bei den Lokomotiven auf die Zeit in der diese vor dem fahrenden Zug Dienst leisten: zung der Lokomotiven wird ja durch die Arbeitsleistung t. Bei den Wagen dagegen ist die Abnutzung während nicht merklich gröfser als bei Stillstand in den Bahnhöfen eanlagen, auch die Ausbesserungsschäden sind zum eil reine Zeitschäden; deshalb ist hier die Umlegung Tilgungs- und Ausbesserungskosten auf die ganze rend der die Wagen für die Benutzung verfügbar ebracht.

A. Dampfbetrieb.

a) Lokomotiven.

Betriebsgewicht erfordert rund 1400 ℳ Bekosten und hiervon $10\,\% = 14\,000$ Pf. jährlich Zins ung. Jährlich werden 45 000 bis 60 000 km Laufnd 1500 Stunden Fahrt geleistet. Eine Stunde Fahrt demnach etwa 9 Pf., eine Minute 0,15 Pf, je t ewicht.

$$\frac{\text{Lokomotivbetriebsgewicht}}{\text{Wagenzuggewicht}} = \text{rund } \frac{1}{10.}$$

tehen Lokomotivkapitalkosten je t Wagenzuggewicht 5 Pf./Minute Fahrzeit.

b) Wagen.

eine Achse = 4,69 Eigengewichtstonnen treffen laut ericht der Reichsbahn 1925 im Mittel 3,83 Nettoler:

jede t Wagenzuggewicht enthält
0,55 t Wagengewicht,
0,45 t Ladung.

rwagen von durchschnittlich 9,4 t Eigengewicht kostet affung durchschnittlich 4000 ℳ, daher bei 14 % für gung und Ausbesserung jährlich 560 ℳ, bei 280 Ben (Rest Ruhe + Werkstätte) je Minute 0,14 Pf. Auf zuggewicht treffen $\frac{0{,}14 \,.\, 0{,}55}{9{,}4} = 0{,}008$ Pf./Minute.

urchgangsgüterzügen entfällt von der gesamten Reisef Betriebsaufenthalte, $^4/_5$ auf Fahrzeit. Also Wagent Wagenzuggewicht $= \frac{0{,}008 \,.\, 5}{4} = 0{,}010$ Pf./Minute

c) Lokomotiven und Wagen.

motiven und Wagen erfordern zusammen je t Wagent = 0,015 + 0,010 = 0,025 = $\frac{1}{40}$ Pf. je Minute Fahrdie Fahrzeit T also $\frac{T}{40}$ Pf.

B. Elektrischer Betrieb.

a) Lokomotiven.

Beschaffungskosten der elektrischen Lokomotiven sind mal so hoch wie diejenigen gleich leistungsfähiger omotiven. Dafür sind aber auch in gleichen Zeiträumen netrischen Leistungen der elektrischen Lokomotiven d zwar etwa das 1,35fache*) derjenigen von Dampfen: demnach entfällt auf gleiche Leistung der elekLokomotiven das $\frac{2{,}2}{1{,}35} = 1{,}6$fache der Kosten der omotiven.

t 0,015 Pf. bei Dampflokomotiven ist also für elektrische ven mit 0,024 Pf. je t Wagenzuggewicht und je Minute zu rechnen.

ühl, Elektrische Bahnen 1926, Seite 64.

b) Wagen.

Der Satz von 0,01 Pf. je t Wagen und je Minute Fahrzeit bleibt unverändert. Die geringe Änderung im Verhältnis von Aufenthaltszeit zur Fahrzeit (etwa 0,3 : 1 gegen 0,25 : 1 bei Dampfbetrieb) wirkt sich hier nicht merkbar aus.

c) Lokomotiven und Wagen.

Für Lokomotiven und Wagen ergeben sich nach Vorstehendem insgesamt je t Wagenzuggewicht 0,034 Pf. = $^1/_{30}$ Pf. je Minute Fahrzeit, für die Fahrzeit T demnach $\frac{T}{30}$ Pf.

Zu 3. Personal.

Die Faustformeln rechnen mit der bei luftgebremsten Durchgangsgüterzügen vorhandenen Besetzung von einem Zugführer und einem Schaffner neben der von Dampf- oder elektrischem Betrieb bedingten Lokomotivbesatzung von zwei bzw. einem Mann.

A. Dampfbetrieb.

Die Reichsbahnstatistik ergibt mittlere Monatsbezüge:

eines	Lokomotivführers	zu rund	ℳ 455,—
»	Lokomotivheizers	» »	» 375,—
»	Zugführers	» »	» 428,—
»	Schaffners	» »	» 342,—

so dafs die gesamte Bemannung eines Güterzuges ℳ 1590.— bezieht. Unter Berücksichtigung von Urlaub und Krankheit werden hierfür von jedem Mann im monatlichen Mittel 200 Arbeitsstunden geleistet, von denen etwa 70 %*) = 140 Stunden auf die eigentlichen Dienstleistungen an dem Zuge entfallen. Eine Minute derartiger Dienstleistung (Fahrzeit und Aufenthalt) erfordert demnach einen Aufwand für die gesamte Bemannung von $\frac{1590}{60 \,.\, 140} = \text{rund } 0{,}20$ ℳ. Die Fahrzeit entspricht, wie unter 2. A. b) bereits erwähnt, $^4/_5$ der Reisezeit, so dafs je Minute Fahrzeit ein persönlicher Aufwand von $\frac{20}{0{,}8} = 25$ Pf. für den Zug und $\frac{25}{G_W}$ Pf. für die t Wagenzuggewicht anfällt. Für die Fahrzeit T sind also $\frac{25 \,.\, T}{G_W}$ Pf. einzusetzen.

B. Elektrischer Betrieb.

Der Kopfbedarf ist bei elektrischem Betrieb um den Lokomotivheizer vermindert. Der gesamte persönliche Aufwand für eine Minute Dienstleistung verringert sich auf 15 Pf. Infolge der gröfseren Geschwindigkeit bei elektrischer Zugförderung ist das Verhältnis von Fahrzeit zu Aufenthalt 1 : 0,3, der persönliche Aufwand je Minute Fahrzeit daher $15 \,.\, 1{,}3 =$ = rund 20 Pf. für den Zug, $\frac{20}{G_W}$ Pf. für die t Wagenzuggewicht. Die Fahrzeit T beansprucht $\frac{20 \,.\, T}{G_W}$ Pf. persönliche Kosten.

Zu 4. Oberbau.

Die Anwendung der Untersuchungen des oben erwähnten Streckenwertungsverfahrens und des Diba-Unterausschusses IV ergibt: Auf wagrechtem, nur dem Güterzugverkehr dienendem Gleis, das die mittlere Belastung einer Hauptbahn von 20 000 t täglich aufweist, entfallen von den gesamten täglichen Oberbaukosten von rund ℳ 12,— je Kilometer etwa 52 % auf Erneuerung, 48 % auf Unterhaltung des Oberbaues. Unter der grundlegenden Annahme, dafs jeder Zug von einer seinem Gewicht angepafsten Lokomotive befördert wird, ruft die Teilung

*) Dr. Fromm, Reichsbahn 1926, Seite 112 ff.

des Gesamtverkehrs in verschieden schwere und zahlreiche Züge (z. B. 20 Züge zu 1000 t oder 40 Züge zu 500 t) keine wesentlichen Änderungen dieser beiden Anteile hervor. Eine Abnahme oder Zunahme der Gesamtbelastung des Gleises bringt dagegen eine Verschiebung der Prozentanteile, weil die Erneuerungskosten einer Belastungsänderung bzw. einer von ihr unmittelbar abhängigen, auf dem Gleis geleisteten Zugförder- und Bremsarbeit im einfachen linearen Verhältnis folgen, während sich die Unterhaltungskosten nicht in unmittelbarer Gefolgschaft der Streckenbelastung bewegen, auch nie unter ein gewisses Mindestmafs sinken, das der Zeitwirkung anzulasten ist. Der Diba-Ausschufs gibt diese Entwicklung der Unterhaltungskosten in einem Summenausdruck 3. Potenz*).

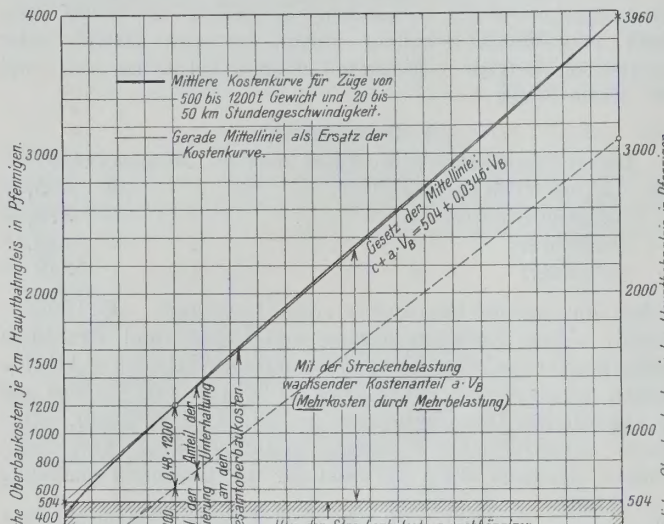


Abb. 1. Mittlerer Einfluſs der Streckenbelastung auf die Oberbaukosten wagrechter Strecken.

Dementsprechend ist in Abb. 1 der Einfluſs der Streckenbelastung auf die gesamten Oberbaukosten festgehalten. Man erkennt, daſs die sich ergebende Einflufslinie schon von ziemlich niedriger Streckenbelastung ab einen sehr gestreckten Verlauf nimmt, der für die Untersuchung der stets stärker als mit 5000 t belasteten durchgehenden Strecken ohne nennenswerte Abweichung durch eine Gerade ersetzt werden kann. Diese Gerade schneidet auf der Kostenachse die Mindestkos die ohne Rücksicht auf die Streckenbelastung — au völligem Ausbleiben der Belastung — für ordnungs Unterhaltung des Gleises aufgewendet werden müsse sollen mit c bezeichnet werden. Zu diesem unverände Aufwand c tritt ein mit der Streckenbelastung V_B ge wachsender Kostenteil $a \cdot V_B$. Die gesamten Oberba entwickeln sich also bei veränderlicher Streckenlast im Ve $c + a \cdot V_B$. Steigt die Belastung von V_{B1} auf V_{B2}, so die Oberbaukosten um $(c + a \cdot V_{B2}) - (c + a \cdot V_{B1}) = a \cdot (V_{B2}$ d. h. für jede Tonne Mehrbelastung entstehen Meh von der Höhe a. Nur auf diese Mehrkosten kommt der vorliegenden Vergleichsrechnung an; die Mindestk sind ja immer die gleichen, ganz einerlei, welche Be die Strecke aufweist.

Nach Abb. 1 sind bei 100 000 t täglicher Belastu gesamt $c + a \cdot 100\,000 = 39{,}60$ ℳ tägliche Oberba aufzuwenden; der unveränderliche Anteil c beträgt 5,04 ℳ oder rund 5,— ℳ.

Demnach entspricht dem Wert a ein Kostenaufwa $\frac{3960 - 500}{100\,000} = 0{,}0346$ Pf. oder $^1/_{30}$ Pf. je t/km. F Strecke von Lkm und ein Gesamtzuggewicht von ist also je t Wagenzuggewicht $\frac{g \cdot L}{30}$ Pf. Oberbau-Mehr einzusetzen.

Von einer Berücksichtigung des etwaigen Einflusses g Streckenneigung auf die Oberbaukosten nimmt die Fau Abstand. Nach den auf 30jährigen Erfahrungswerten ber Ergebnissen des Diba IV ist dieser Einfluſs gering u teuert die Oberbauunterhaltung in Neigungen mit m $10\,‰$ um etwa $^1/_{10}$ derjenigen geringer geneigter S Für das Gesamtergebnis des Zugförderkostenvergleichs solcher, die Rechnung erschwerender kleiner Zuschla ausschlaggebende Bedeutung.

Die überschläglichen Kostenberechnungen könn sprechend den vorstehend erläuterten Grundlagen mi eines nachstehend angegebenen übersichtlichen Vordruc rascheste durchgeführt werden.

Strecke oder Streckenabschnitt				Gewicht der Durchgangsgüterzüge ohne Lokomotive G_W	Betriebsgewicht der Lokomotive G_{Lok}	Reine Fahrzeit der Durchgangsgüterzüge (ohne Aufenthalt) T in Minuten	$g = \frac{G_W + G_{Lok}}{G_W} = \frac{Sp.5 + Sp.6}{Sp.5}$	Zugförderarbeit für jede t Zuggewicht $= w \cdot L + H_a = 3 \cdot Sp.3 + Sp.4$ in mt/t	Überschläglige Kosten je t Wagenzuggev für die Zugförderung über die Streckenlän				
									Zugkraft	Fahrzeuge	Mannschaft	Oberbau	
									bei Dampfbetrieb				
Von	Bis	Länge L in km	Arbeitshöhe H_a in m	nach dem Dienstfahrplan in t					$\frac{g \cdot A}{50}$	$\frac{T}{40}$	$\frac{25\,T}{G_W}$	$\frac{g \cdot L}{30}$	In Sp
									bei elektrischem Betrieb				
									$\frac{g \cdot A}{70}$	$\frac{T}{30}$	$\frac{20\,T}{G_W}$	$\frac{g \cdot L}{30}$	zu
									Pfennige				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

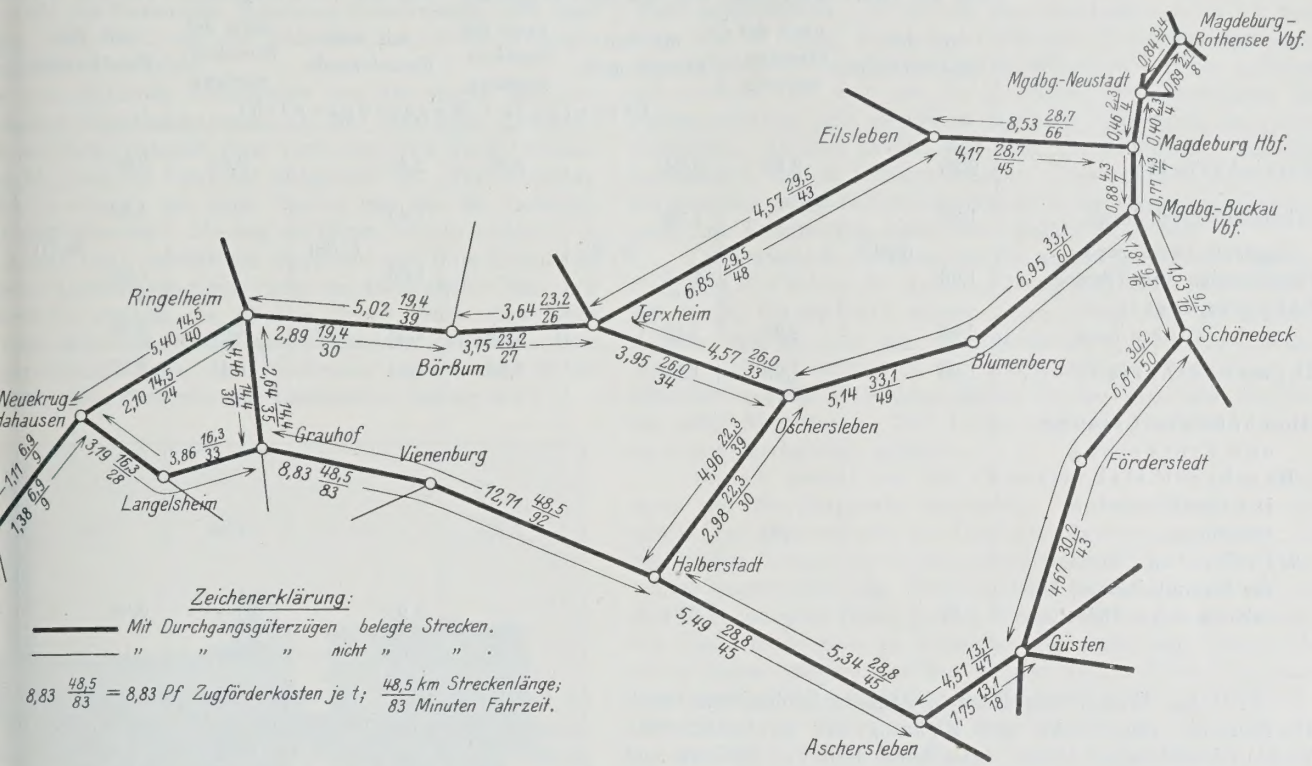
*) Der Ausdruck lautet: $60 + \frac{n}{3} + \sqrt[3]{V_B}$. Darin gibt 60 den Einfluſs der Mindestunterhaltung ohne Rücksicht auf Belastung, n ist die Zahl der täglichen Züge, V_B die tägliche Streckenbelastung in t.

Das Endergebnis wird zweckmäſsig in ein Lin der Durchgangsstrecken des Güterverkehrs übertrag dies Abb. 2 zeigt. Die erste Zahl an den Strecken be die Zugförderkosten für 1 t Wagenzuggewicht zwisch angrenzenden Knotenpunkten; die Länge der Strecke reine Fahrzeit der Dgz auf der Strecke sind als Zäh Nenner des folgenden Bruches beigesetzt. Die Richtu welche die Angaben gelten, wird durch den Pfeil bez

Die Begrenzung der berechneten Streckenabschnitt

nkte des Durchgangsverkehrs macht es möglich, jeden enden Leitungsweg durch Zusammenstofs der Einzel- auf seine Gesamtkosten, -länge und -beförderungsdauer suchen und mit etwa fraglichen anderen Leitungswegen eichen; Abb 3 zeigt dies beispielsweise für die drei n Wege zwischen Seesen und Magdeburg—Rothensee, en sich der über Jerxheim—Oschersleben als der und billigste erweist*).

wertung die durchschnittlichen Oberbaukosten je t Gesamtstreckenbelastung eingesetzt sind. Aufserdem rechnet die Streckenwertung mit einer von den Erfahrungswerten des Diba abweichenden starken Erhöhung der Oberbaukosten bei zunehmender Streckenneigung; infolge mittlerer Neigung der Vergleichsstrecke von 8 bis 9‰ gehen deshalb die an sich schon nicht vergleichbaren Werte des Mehr- und des Gesamtoberbauaufwandes noch stärker auseinander. Vor der Überprüfung der überschläglichen



Darstellung der Rechnungsergebnisse in einer Karte der Güterdurchgangsstrecken (Ausschnitt des Direktionsbezirks Magdeburg).

t nun bei solchem Vergleich der Zugförderkosten für die Leitung in Frage kommender Strecken keine Überlegenheit eines Weges zutage, so wird die hier te überschlägliche Berechnung durch Anwendung des wertungsverfahrens oder — unter Voraussetzung der gabe — des Verfahrens des Zugbildungs-, Zugförderusschusses zu prüfen und zu berichtigen sein. Die dabei e gröfsere Genauigkeit bringt natürlich ungen von den Ergebnissen der Faustrechnung mit sich. Man vermag diese Abgen an Hand der auf der nächsten Seite anen Übersicht zu beurteilen: sie stellt für die Würzburg—Kitzingen, deren Berechnung nntgabe des Streckenwertungsverfahrens iel beigegeben ist, die Rechnungsergebch dem eben genannten Verfahren und 1 Faustformeln einander gegenüber. den Kosten der Betriebsstoffe, der Fahrd der Zugbemannung ist die immerhin nnäherung der Faustformelwerte bewert. Bei den Oberbaukosten erscheinen s recht erhebliche Abweichungen, die — zum allergröfsten Teil — wie folgt t sind: Bei der überschläglichen Berechnung sind nur hrkosten für den zur Stammbelastung der Strecke nmenden Verkehr erfafst, während bei der Streckenwertung die durchschnittlichen Oberbaukosten je t Gesamtstreckenbelastung eingesetzt sind. Aufserdem rechnet die Streckenwertung mit einer von den Erfahrungswerten des Diba abweichenden starken Erhöhung der Oberbaukosten bei zunehmender Streckenneigung; infolge mittlerer Neigung der Vergleichsstrecke von 8 bis 9‰ gehen deshalb die an sich schon nicht vergleichbaren Werte des Mehr- und des Gesamtoberbauaufwandes noch stärker auseinander. Vor der Überprüfung der überschläglichen Berechnungen werden die Oberbaukostenansätze der Streckenwertung noch nach dem unveränderlichen und dem mit der Streckenbelastung veränderlichen Anteil getrennt werden müssen; dabei wird auch die Frage des Einflusses der Streckenneigung auf die beiden Anteile mit zu lösen sein.

Im ganzen dürfen nach dem angestellten Vergleich die überschläglichen Zugförderkosten als eine geeignete Grundlage für die Auswahl der noch eingehender zu berechnenden Strecken angesprochen werden. Sind diese ergänzenden Untersuchungen noch durchgeführt, so wird in einer geschlossenen Zusammenstellung der Zugförderkosten aller Strecken des durchgehenden Güterverkehrs eine überaus wichtige Unterlage für die Wahl der Leitungswege vorliegen.

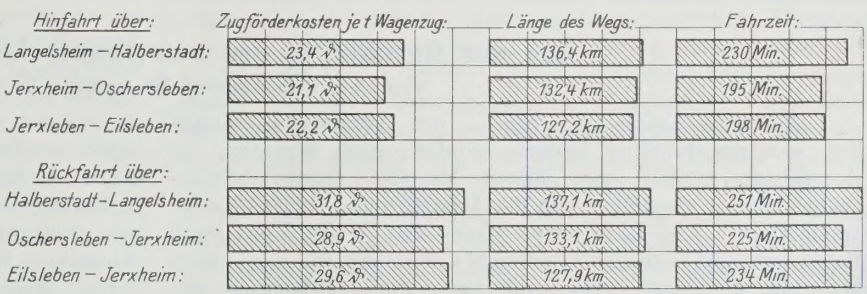


Abb. 3. Vergleich der Bahnwege zwischen Seesen und Magdeburg—Rothensee nach Kosten, Streckenlänge und Fahrzeit.

*) b bei den als Beispiel herausgegriffenen, verhältnismäfsig Strecken die Züge entsprechend geleitet werden können, nicht untersucht werden.

Vergleichsberechnung der Zugförderkosten auf der Strecke
Würzburg—Kitzingen für Güterzüge mit 1000 bis 500 t Wagenzuggewicht.
Verwendete Lokomotive: G 12 mit 140 t Betriebsgewicht.
Streckenlänge 22,94 km, davon 13,89 km in Steigungen von i. M. 8,2‰,
Rest in Gefällen von i. M. 9,3‰.
Reine Fahrzeit 42,45 Minuten.

	Es werden Zugförderkosten je t Wagengewicht berechnet:							
	Für den 1000 t-Wagenzug		Für den 900 t-Wagenzug		Für den 700 t-Wagenzug		Für den 500 t-Wag	
	mit den Faustformeln	nach der Streckenwertung	mit den Faustformeln	nach der Streckenwertung	mit den Faustformeln	nach der Streckenwertung	mit den Faustformeln	nac Str we
	Pfennige je t Wagenzuggewicht							
Betriebsstoffe	2,28	2,30	2,34	2,32	2,43	2,38	2,55	
Lokomotivunterhaltung . .	1,38	—	1,39	—	1,45	—	1,52	
(Zugkraft zusammen). . .	(3,66)		(3,73)		(3,88)		(4,07)	
Fahrzeugzins und Tilgung .	1,06	—	1,06	—	1,06	—	1,06	
Fahrzeugkosten zusammen . .	2,44	2,23	2,45	2,25	2,51	2,33	2,58	
Zugmannschaften . . .	1,06	1,02	1,18	1,13	1,51	1,45	2,12	
Oberbauunterhaltung und Erneuerung Durchschnittskosten je t Gesamtstreckenbelastung	—	2,70	—	2,76	—	2,84	—	
Mehrkosten durch 1 t zur Stammbelastung hinzukommender Belastung	0,87	—	0,88	—	0,92	—	0,98	

Tritt aus bereits eingeleiteter, genauer Beobachtung noch die Kenntnis von Stärke und Richtung der zu bedienenden Verkehrsbeziehungen hinzu, dann kann eine der gröfsten und bedeutendsten Fragen der wirtschaftlichen Betriebsführung im Gebiete der Reichsbahn mit wirklicher Aussicht auf allgemeinen Erfolg gelöst werden: Die planmäfsige Verteilung der Zugbildungsaufgaben des durchgehenden Verkehrs auf die geeignetsten Verschiebebahnhöfe des Netzes, unter Ausschaltung unzweckmäfsig liegender Bahnhöfe. Etwa noch auftauchende Pläne für neue Verschiebebahnhöfe, die immer eine andere Verteilung der Rangieraufgaben und damit Leitungsänderungen zur Folge haben, werden von vornherein ebenso auf ihren wirtschaftlichen Erfolg wie auf ihre betriebliche Notwendigkeit zu beurteilen sein. Ja, zur Wahrnehmung der wirtscha Gesamtbelange der Reichsbahn wird noch weitergehend grofsen Zügen aufzustellendes Programm die Stellen des bahnnetzes bestimmen müssen, an denen künftig — wei überhaupt in absehbarer Zeit nötig sein sollte — noc schiebebahnhöfe zur Bedienung des durchgehenden V angelegt werden dürfen.

Sachgemäfse Ergänzung der hier behandelten Zugförde und aufmerksame Beobachtung etwa eintretender Ände in den Verkehrsbeziehungen wird dann die betriebsle Stellen in den Stand setzen, rechtzeitig die feinere Ausar und — wenn erforderlich — spätere Änderung oder Erg dieses Programmes in Angriff zu nehmen.

Aus der Geschichte des amerikanischen Lokomotivbaues.

Von Geh. Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf.

Die erste Lokomotive, die in den Vereinigten Staaten lief, war aus England bezogen worden; nach dem Ort, wo sie gebaut worden war, führte sie den Namen »Stourbridge Lion.« Besteller war die Delaware und Hudson-Kanalgesellschaft. Die Lokomotive wurde zu Wasser an ihren Bestimmungsort Carbondale gebracht; dort lief sie zum ersten Male am 8. August 1829. Sie hatte zwei Triebachsen, die gemeinschaftlich von stehenden Zylindern aus durch Hebel angetrieben wurden. Die Maschine wog 7 t. Einige ihrer Teile sind im National Museum in Washington heute noch zu sehen.

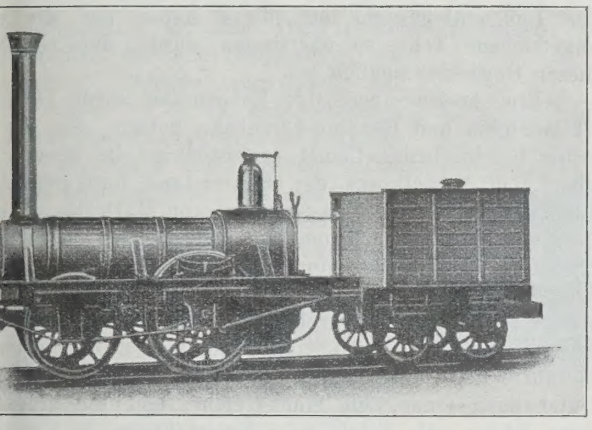
Hatte diese Lokomotive bereits einen liegenden Kessel, so kehrte man mit der ersten Lokomotive, die in Amerika gebaut wurde, dem »Tom Thumb« (Däumling), 1830 zum stehenden Kessel zurück. Die Lokomotive, die kaum 1 t wog, hatte nur einen Zylinder von 9 cm Durchmesser und 35,5 cm Hub und entwickelte wenig mehr als 1 PS. Bei ihrer Probefahrt am 28. August 1830 auf der Baltimore und Ohio-Eisenbahn einen bootförmigen Wagen hinter sich her. Um diesel wurde in New York der »Best Friend« gebaut, ebenfa Lokomotive mit zwei gekuppelten Achsen, die aber sch wog und bei 3,5 at Kesseldruck etwa 180 kg Zugkra wickelte. Ihre Zylinder mit 15 cm Bohrung und 40 c waren geneigt. Die Räder waren aus Holz mit eisern und eisernem Radkranz. Als ihr Heizer, ein Neger, das heitsventil mit seinem Körpergewicht belastete, explodie Kessel: der erste derartige Unfall in Amerika.

Auf der Camden und Amboy-Eisenbahn wurde am vember 1831 der »John Bull«, erbaut von Stephen England, in Betrieb genommen. Auch diese Lokomotiv zwei angetriebene Achsen, vor ihnen lief aber noch ein S räumer auf zwei Rädern. Die Lokomotive wog berei ihr liegender Kessel war 3,97 m lang und hatte 1,07 m messer. Die Triebräder hatten 1,37 m Durchmesser; S

lgen waren aus Holz, die Nabe aus Gufseisen; die en von 2 cm Stärke waren aus Schmiedeeisen. Die tive war für eine Spurweite von 1,525 m gebaut. e steht heute im Museum in Washington.

s derselben Eisengiefserei wie der erwähnte »Best Friend« e »West Point« im März 1831 hervor. Sie war jener nlich, nur hatte sie einen liegenden Röhrenkessel. Als der Probefahrt vier Personenwagen mit 117 Fahrgästen te, wobei sie 4,4 km in 11 Minuten zurücklegte, lief hr ein mit Baumwolle beladener Schutzwagen, den man für nötig hielt, um die Fahrgäste vor einer etwaigen xplosion zu schützen.

ne sehr bekannte Lokomotive aus der ersten Zeit des nischen Eisenbahnwesens ist die »De Witt Clinton«, e auf dem Bahnhof New York der New York Central- an als eine Art Denkmal aufgestellt ist. Ihre Leistung km in weniger als einer Stunde war für die damalige nt bemerkenswert. Sie wog mit ihrem Schlepptender 5,5 t. Januar 1831 schrieb die Baltimore und Ohio-Eisenbahn beste Lokomotive einen Preis von 4000 Dollar aus; von werbern gewann die »York« diesen Preis. Sie hatte einen stehenden Kessel und ebensolche Zylinder. Ihre getriebenen Räder aus Gufseisen hatten nur 91 cm esser. Das Gewicht der Lokomotive betrug 3,5 t.



b. 1. Erste Baldwin-Lokomotive, die „Old Ironsides", gebaut im Jahre 1832.

tten die bisher genannten Lokomotiven alle zwei Trieb- nd keine Laufachsen, — die Räder unter dem Schienen- des »John Bull« trugen ja nicht eigentlich das Loko- wicht, — so hatte die Lokomotive »Experiment« die dnung 2 B; sie war die erste mit führendem Drehgestell. iebräder hatten 1,53 m Durchmesser; infolgedessen e sie häufig eine Geschwindigkeit von 60 Meilen (96 km) Stunde, zuweilen sogar noch mehr. Sie war, ebenso ge der bereits aufgeführten Lokomotiven, in der West efserei gebaut. Auf der Süd-Karolina-Eisenbahn wurde ie Lokomotive »South Carolina« in Betrieb genommen. er Achsanordnung 1 B 1, ihrem Führerstand in der nd mit zwei Schornsteinen an den Enden war sie die erin der späteren Doppellokomotiven mit gelenkig ver- n Hälften.

n dieselbe Zeit kam die erste Baldwin-Lokomotive heraus: nsides«, eine Anspielung auf Cromwells gepanzerte Reiter bb. 1). Sie hatte einen liegenden Kessel, zwei angetriebene ei Laufräder, jene von 1,37 m, diese von 1,14 m Durch- Die Lokomotive entwickelte eine Geschwindigkeit von n der Stunde, ebenso viel wie leerfahrend die »Atlantic«; er Trieb- und einer Laufachse eine Zeitlang die Regel- i der Baltimore und Ohio-Eisenbahn. Aus dem Jahre 1832 stammend, hatte sie wieder einen stehenden Kessel und ebensolche Zylinder von 25 cm Durchmesser und 51 cm Hub. Mit einer Last von 30 t legte sie eine Entfernung von 21 km in einer Stunde zurück. Sie wog 6,5 t. Über ihre Betriebskosten wurden sorgfältige Aufzeichnungen geführt; es ergab sich, dafs diese 16 Dollar täglich betrugen, während dieselbe Leistung mit Pferden 33 Dollar gekostet hätte.

Eine ähnliche Lokomotive wie die schon genannte »Experiment«, die »George Washington«, setzte die damalige technische Welt in Erstaunen. Es gelang ihr, eine Last von 14,4 t über eine 854 m lange, unter 1 : 14 geneigte Steilrampe mit einer Geschwindigkeit von 25 km/Std. zu befördern. Diese Leistung gab Anlafs, dafs man von da an wagte, die Eisenbahnen für Reibungsbetrieb mit erheblich steileren Neigungen als vorher anzulegen. Ähnlich gebaut war auch der »Pioneer«, die erste Lokomotive, die in Chicago einfuhr. 1836 gebaut, scheint sie als erste den lange Zeit kennzeichnenden amerikanischen Schornstein mit Erweiterung nach oben gehabt zu haben.

1837 wurde in Philadelphia die erste »American«-Lokomotive, also eine solche der Achsanordnung 2 B, nach dem Entwurf von H. R. Campbell gebaut. Von ihren zwei gekuppelten Achsen safs die eine vor, die andere hinter der Feuerbüchse. Da ihr eine Vorrichtung zur gleichmäfsigen Verteilung des Gewichts auf die Triebräder fehlte, lief sie hart; sie war aber ein guter Bergsteiger. Ihre beiden vorderen Laufachsen waren in einem Drehgestell gelagert.

Ähnlich gebaut war die »Mercury«, 1842 für die Baltimore und Ohio-Eisenbahn geschaffen. Sie war die erste Lokomotive, bei der die Stöfse der Laufräder durch lange Federn, die die beiden Achsen verbanden, aufgefangen wurden. Die Lokomotive entwickelte eine hohe Geschwindigkeit und erreichte oft das Mafs von einer Meile in der Minute (96 km in der Stunde), ein Ziel, nach dem in Ländern mit englischem Mafssystem schon immer gestrebt worden ist und dessen Erreichung auch heute noch eine ganz beachtenswerte Leistung ist. Die Zylinder der »Mercury« waren 51 cm lang und hatten 36 cm Durchmesser; ihre Triebräder hatten 1,52 m Durchmesser. Der Mangel der ersten »American«-Lokomotive, das Fehlen einer Vorrichtung zur gleichmäfsigen Verteilung des Gewichts auf die Triebachsen, war bei ihr beseitigt, und sie lief daher auch viel ruhiger als jene. Im Laufe des Jahres 1844 legte sie fast 60 000 km zurück, was damals als Höchstleistung galt.

Um die Mitte der vierziger Jahre wurde mit dem Bau von 4/4 gekuppelten Lokomotiven begonnen. Die erste von ihnen wirbelte wegen ihres Gewichts, 23,5 t, bei der Probefahrt den Schmutz, der im Gleis lag, — für heutige Begriffe ein eigenartiges Gleis! — in solcher Menge auf, dafs sie den Namen »Mud Digger« erhielt. Die Baltimore und Ohio-Eisenbahn bestellte trotzdem eine Anzahl Lokomotiven dieser Bauart, die 20 Jahre im Dienst blieben. Zwischen Kolbenstange und Triebstange war ein Übertragungshebel eingeschaltet, und beide bewegten sich daher in entgegengesetzer Richtung, was einen eigenartigen Anblick gegeben haben mag. Bei der nächsten 4/4 gekuppelten Lokomotive, der »Atlas« aus den Baldwinwerken für die Philadelphia und Reading-Eisenbahn, wurde dieser Antrieb verlassen und die Bewegung des Kolbens unmittelbar auf den Kurbelzapfen der vierten Achse übertragen. Die Lokomotive, für den Schiebedienst bestimmt, wog 27 t. Ihre Zylinder hatten 44 cm Durchmesser. Sie war für Holzfeuerung eingerichtet und hatte eine Feuerbüchse von nur 0,8 m^2. Sie war vermutlich die stärkste Lokomotive, die bis dahin gebaut worden war.

Um dieselbe Zeit kam in Amerika auch die Bauart auf, die als Crampton-Lokomotive eine Zeitlang auch in Europa erhebliche Bedeutung erlangt hat. Ihre Triebräder hatten 2,44 m Durchmesser. Die Camden und Amboy-Eisenbahn beschaffte sieben solche Lokomotiven, war aber mit ihren Leistungen

wenig zufrieden, weil der kleine Kessel die grofsen Zylinder — 33 cm Durchmesser, 96,5 cm Hub — nicht genügend mit Dampf zu speisen vermochte. Die Räder zeigten Scheibenform, da die Zwischenräume der Speichen mit Holz ausgefüllt waren. Die Feuertür lag hinter der Triebachse und der Heizerstand in einer Grube in gleicher Höhe mit dem Boden des Aschfalls. Die Lokomotive wog etwa 21 t.

Obgleich vorher schon Lokomotiven mit vier angetriebenen Achsen gebaut waren, kam doch erst 1847 die erste Lokomotive mit drei Triebachsen heraus, die sich dauernd durchzusetzen vermochte. Mit einem führenden Drehgestell war die »Chesapeake« von Norris die Vorläuferin einer langen Reihe von 3/5 gekuppelten Lokomotiven.

Eine sehr eigenartige Lokomotive erschien im Juni 1848 bei der mehrfach genannten Baltimore und Ohio-Eisenbahn: Sie war sozusagen zweigeschossig, der Führerstand safs auf dem Kessel und erstreckte sich fast über seine ganze Länge. Die Lokomotive führte daher den bezeichnenden Namen »Camel«. Ihr Erbauer war R. Winans, der auch die »Mud Digger« entworfen hatte. Seine neue Lokomotive wies in ihren Einzelheiten eine Anzahl Neuerungen auf. Von ihren Rädern hatte nur das vordere und das hintere Paar Laufkränze, die gehärtet waren; im übrigen bestanden die Räder aus Gufseisen. Die Räder waren möglichst eng zusammengerückt; bei 1,09 m Durchmesser betrug der Radstand nur 3,42 m. Man sieht der Bauart an, dafs sie auf das Befahren scharfer Krümmungen eingestellt war.

Abb. 2. Baltimore & Ohio Mogul Lokomotive ausgestellt im Jahre 1876.

Die zwei nächsten Lokomotiven, solche der Achsanordnung 2 B, zeichnen sich durch den grofsen Abstand des angetriebenen Achspaars von dem Laufachsenpaar aus. Die beiden letzteren lagen ganz vorn unter dem Schornsteinende des Kessels und vor ihm, die beiden ersteren ebenso weit nach hinten, so dafs der Kessel den Raum zwischen ihnen frei überbrückt. Da die Lokomotiven aufserdem noch weit vorgebaute Schienenräumer von der in Amerika beliebten schneepflugartigen Form hatten, boten sie ein eigenartiges Bild. Die erste von ihnen, »America«, 1854 gebaut, bildete das Vorbild für eine damals beliebte Bauart für Personenzuglokomotiven, und auch die zweite wurde vielfach nachgebaut. Man hatte bei ihr Wert darauf gelegt, nach damaligen Begriffen eine elegante Lokomotive herauszubringen, ohne zu den in jenen Jahren für diesen Zweck sonst angewandten Mitteln, blankes Messing und auffallender Anstrich, zu greifen; den Ansprüchen des heutigen Tages, der ebenfalls von einer Lokomotive nicht nur hohe Leistungen, sondern auch ein gutes, geschlossenes Bild verlangt, kann aber jene Lokomotive von 1857 in keiner von beiden Beziehungen mehr genügen. Eine Lokomotive dieser Bauart, Nr. 188, fiel im amerikanischen Bürgerkrieg mit manchen anderen Eisenbahnfahrzeugen in die Hände der Verbündeten und wurde von ihnen als das beste Stück ihrer Beute angesehen. Die »America« war für die damalige Zeit eine grofse Lokomotive: sie wog 23 t, 16 t als Reibungsgewicht nutzbar gemacht waren. Die räder hatten 1,68 m Durchmesser, die Zylinderabmess waren 43 zu 56 cm. Die Lokomotive soll zur Beförd eines »Blitzzugs« (Lightning Train) zwischen Philadelphi Baltimore gedient haben.

Die amerikanischen Lokomotivbauarten haben bekan sonderbare Eigennamen; bei manchen von ihnen kann sich denken, dafs der Name etwas mit ihrer Bauart oder Verwendung zu tun hat, so z. B. bei der Bezeichnung (1 C 1) und Mountain (2 D 1), und die Bauart Santa Fé heifst so, weil sie bei der Santa Fé-Eisenbahn zuerst angev worden ist. Sprechende Namen sind auch Decapod (1 auch den Grund für die Bezeichnung »Mastodon« (2 E) man sich denken, schwerer ist zu ergründen, warum amerikanische Maschine Adriatic (1 C 2) oder Baltic heifst. Das erste Auftreten eines derartigen Namens wir bei der Bauart 1 C, die »Mogul« genannt wird, b durch Hinweis auf den Fürsten ihre Überlegenheit ange werden sollte (siehe Abb. 2). Die Baldwin- und andere darunter Eastwick & Harrison, Norris, Milholland, hatten vorher Lokomotiven dieser Achsanordnung, zum Teil zu fuhr nach Rufsland, gebaut, aber die erste Mogul-Maschi 1863 gebaut wurde, wies jenen gegenüber die Neuerun dafs ihre führende Laufachse als Drehgestell ausgebilde das Lokomotivgewicht auf diese Achse und die vo angetriebene Achse so übertragen wurde, dafs ein Au dieser Gewichte möglich war.

Eine höchst eigenartige Lokomotive wurde 1863 f Philadelphia und Reading-Eisenbahn gebaut. Sie war v schon beschriebene »Camel« zweistöckig; im oberen G über dem Kessel war der Führerstand untergebracht. Lokomotive, »Pensylvania« genannt, von Milholland ent übrigens eine Tenderlokomotive und auch in dieser Bez eine eigenartige Maschine, war die erste 6/6 gek Lokomotive. Ihre Zylinder waren 51 zu 66 cm grof Räder hatten 1,09 m Durchmesser. Ihr Gewicht betrug Sie sollte als Schiebelokomotive auf steilen Neigungen bewährte sich aber nicht. Sie war für die leicht ge Güterwagen jener Zeit eine Gefahr, und die grofse ihrer Räder gab Anlafs zu Schwierigkeiten in Krümm sie wurde daher bald umgebaut.

Schon 1864 hatte der Maschinenmeister der Pensy Eisenbahn eine Baldwin-Lokomotive zur Bauart 1 D um der seitdem für diese Achsanordnung üblich gewordene »Consolidation« kam aber erst 1866 auf, als die Ba Werke einer neuen Lokomotive mit vier angetriebenen und einer Laufachse für die Lehigh Valley-Eisenbahn Namen gaben, weil diese Eisenbahn damals gerade ih durch den Zusammenschlufs — Consolidation — mit Anzahl anderer kleinerer Eisenbahnunternehmen vergr Der Eigenname der einen Lokomotive bildete dann d zeichnung der Bauart. Jene Lokomotive aus dem Jahr wog bereits 41 t, wovon 36 t als Reibungsgewicht aus wurden.

Schon im nächsten Jahr wurden die ersten »Dec gebaut. Sie waren ebenfalls für die Lehigh Valley-Eis bestimmt; sie machte aber mit ihnen in ihren krümmungs Gebirgsstrecken keine guten Erfahrungen und liefs sie umbauen, indem sie von ihren fünf Triebachsen eine abn und dafür zu der Laufachse am vorderen Ende eine unter dem Tenderkasten hinzufügen liefs. Das Gewicht dadurch von 44 t auf 48 t erhöht.

Die amerikanischen Lokomotiven jener Zeit zeichne fast alle durch ihren weit vorgebauten Gleisräumer au den Anblick einer solchen Lokomotive nicht gerade rei macht. Im übrigen legte man aber damals Wert a

es Äufsere der Lokomotiven. Am weitesten ging man Beziehung mit der Lokomotive »Commodore Vanderbilt«, aschine der Bauart 2 B. Vor ihrem Schornstein war amaligem Gebrauch eine grofse rechteckige Laterne cht, die rechts und links das Ölbild des Commodore ilt trug. Die meisten ihrer äufserlich sichtbaren ile, sogar die Zylinder, dazu der Dampfdom, ferner die ste und die Kanten der Laufbleche bestanden aus blankem . Die Räder waren rot angestrichen und mit Gold t. Die Lokomotive verkehrte bis 1905 in diesem e.

E. Wootten hat die nach ihm benannte breite Feuer- zwar nicht erfunden, aber ihren Wert erkannt. Er trat) so lebhaft für sie ein, dafs er wohl verdient, dafs sie Namen führt. Sie hat sich bekanntlich bis heute . Mit ihrer Einführung begann eine Zeit, in der man ehr als bisher der Entwicklung der Kesselbauart . Die erste der Lokomotiven mit dieser Feuerbüchse, Philadelphia und Reading-Eisenbahn gebaut, zeichnete ch die hohe Fahrgeschwindigkeit aus, die mit ihr erreicht Ihre grofse Rostfläche war dazu bestimmt, dafs auf hrazit gebrannt würde, sie eignete sich aber auch für Kohlenarten.

non 1866 hatte Forney Patente für die nach ihm e Lokomotive für den Vorortverkehr genommen; sie namentlich auf den Hochbahnen von ork und Chicago verwendet. In ork waren z. B. in den neunziger 300 solcher Lokomotiven im Betriebe. sten derartigen Lokomotiven hatten ngetriebene Achsen und ein Dreh- unter dem Führerstand; später wurde ne dritte Triebachse, zuweilen auch rendes Drehgestell hinzugefügt.

hon 1856 war eine 2 D Lokomotive, ntipede«, gebaut worden, die 1863 Besitz der Ohio-Eisenbahn überging. urde diese Bauart, die den Gattungs- »Mastodon« erhalten hat, wieder auf- n, indem die Lehigh Valley-Eisenbahn Champion« in ihren Lokomotivpark e. Die Lokomotive wog 46 t und entwickelte eine t von 10 t. Ihre Triebräder waren 1,22 m grofs; ihre rmafse waren 51 und 66 cm.

ne in Amerika berühmte Lokomotive war die »999« der rk Central-Eisenbahn. Sie soll (wohl gemerkt »soll«) im 1883 den »Empire State Expreſs« mit einer Fahr- ndigkeit von 181 km befördert haben, eine Leistung, nn sie überhaupt glaubhaft wäre, auch heute noch ht dastehen würde. Sie hatte 2,18 m grofse Trieb- nd arbeitete mit dem damals ungewöhnlich hohen ruck von 17,7 at. Ihr Gewicht betrug 56 t.

enfalls hohe Geschwindigkeiten wurden mit der Bauart bia« (1 B 1) erreicht, die 1892 aufkam. Derartige tiven mit untereinander etwas abweichender Bauart des wurden für mehrere Eisenbahngesellschaften gebaut, len aber auf die Dauer keinen Anklang, weil sich die führende Laufachse bei hohen Geschwindigkeiten nicht e, obgleich andererseits die Laufachse unter dem kasten die Ausdehnung der Feuerbüchse nach hinten und die Vergrösserung der Rostfläche möglich machte.

ch gröfsere Rostflächen wurden bei der »Atlantic«- (2 B 1) erreicht, von der die erste Lokomotive, 1895 n Baldwin-Werken gebaut, dem Lokomotivpark der c-Coast-Eisenbahn angehörte. Eine dieser Lokomotiven im Juli und August 1897 zur Beförderung eines Ausflugsschnellzugs von Camden nach Atlantic City, der täglich aufser Sonntags verkehrte; es wird für diese Lokomotive der Ruhm in Anspruch genommen, dafs sie ihr Ziel regelmäfsig zur fahrplanmäfsigen Zeit erreichte und nicht ein Mal mit Verspätung ankam, obgleich ihr für die 89,3 km lange Strecke nur 52 Minuten Fahrzeit gegeben waren, was eine Stundengeschwindigkeit von 103 km bedeutet.

Die erste »Mikado«-Lokomotive (1 D 1) wurde zwar in Amerika gebaut, war aber nicht für eine amerikanische Eisenbahn, sondern für Japan bestimmt. Sie bedeutete eine Fortbildung der Bauart »Consolidation«. 1897 wurde diese Lokomotive für die Nippon-Eisenbahn, also in Meterspur, gebaut, und 1903 folgte die erste Mikado-Lokomotive in Regelspur; sie hat dann die Consolidation ziemlich verdrängt. Ein grofser Kessel und eine ausgedehnte Rostfläche machten es möglich, Dampf in grofsen Mengen zu erzeugen, so dafs sich die Lokomotive gut für schwere Lasten eignet.

Ähnlich wie die Mikado eine Fortbildung der Consolidation ist, ging die »Prairie«-Bauart (1 C 1) aus der Bauart Mogul durch Hinzufügen einer Laufachse unter dem Führerstand hervor. Sie wurde im Jahre 1900 zum erstenmal für die Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahn gebaut. Ihr Rost war zwar nicht sonderlich lang, dafür aber breit und war daher leichter von Hand zu beschicken, als wenn die gleiche Fläche durch Ausdehnung in der Längsrichtung erreicht worden wäre. Die

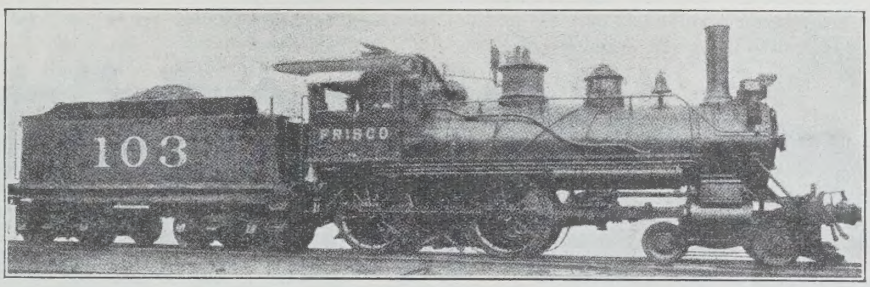


Abb. 3. 2 B Lokomotive aus dem Jahre 1881.

Prairie-Bauart hat sich nicht auf die Dauer zu halten vermocht, sie wird nur noch selten gebaut und ist durch schwerere Lokomotiven verdrängt worden.

1901 bauten die Baldwin-Werke die erste 2 C 1-Lokomotive für die Staatsbahnen von Neuseeland, und zwei Jahre später brachte die American Locomotive Company eine Lokomotive derselben Bauart für die Missouri Pacific-Eisenbahn heraus, der sie die Gattungsbezeichnung »Pacific« beilegte. Hervorgegangen aus der Atlantic-Bauart durch Hinzufügung einer dritten gekuppelten Achse hat sie einen gröfseren Kessel und eine gröfsere Feuerbüchse, so dafs sie mehr Dampf erzeugen kann. Infolgedessen besitzt sie hohe Zugkraft und dient sowohl zur Beförderung von Personen- wie von schnellfahrenden Güterzügen.

Eine Vergröfserung der Bauart Mikado ist die Bauart »Santa Fé«, 1903 zum erstenmal von den Baldwin-Werken für die Santa Fé-Eisenbahn gebaut und danach benannt. Mit ihren fünf angetriebenen Achsen hat sie sich sehr bewährt und die Mikado-Lokomotive in vielen Fällen verdrängt. Die Santa Fé-Bauart ist, abgesehen von den Gelenklokomotiven, die schwerste unter den Lokomotiven Amerikas; man ist mit ihr bis zu einem Gewicht von 175 t gegangen.

Von den eben erwähnten, aus zwei gelenkig verbundenen Teilen bestehende Lokomotiven, unter dem Namen »Mallet« bekannt, obgleich der französische Fachmann dieses Namens mehr an der Überhitzung als an der Zusammensetzung dieser

Lokomotive aus zwei Hälften beteiligt ist, war die erste eine C C-Lokomotive aus dem Jahre 1904 für die Baltimore und Ohio-Eisenbahn; sie wog 150 t, ein heute überholtes Gewicht, aber für die damalige Zeit etwas ganz ungewöhnliches. Sie wurde als Neuerung auf der Weltausstellung in St. Louis gezeigt. Die schwerste dieser Lokomotiven, für die Virginia-Eisenbahn gebaut, mit zweimal fünf angetriebenen Achsen wiegt 310 t.

Dient diese Lokomotive ausschliefslich dem Güterzugdienst, so ist die Bauart »Mountain« (2 D 1) die schwere Lokomotive für den Personenzugverkehr mit schweren Zügen auf Strecken mit steilen Neigungen; auch für schnellfahrende Güterzüge wird sie zuweilen benutzt. Die erste dieser Lokomotiven, 1912 von der American Locomotive Company für die Chesapeake und Ohio-Eisenbahn erbaut, wog 150 t und besafs eine Zugkraft von 26 t. Sie ist eine Fortbildung der Pacific-Bauart und zeichnet sich durch ihren grofsen Kessel und hohe Dampfentwicklung aus.

Schon in den vierziger Jahren wurden in Amerika Dreizylinder-Lokomotiven gebaut, und einige Versuche auf diesem Gebiet finden sich wieder um 1880 und Anfang der neunziger Jahre. 1912 wurde der Gedanke, drei Zylinder anzuordnen, wieder aufgegriffen und im neuzeitlichen Sinne in die Wirklichkeit übertragen. Die American Locomotive Company baute eine Anzahl solcher Lokomotiven, unter denen eine der ersten 1923 für die Lehigh Valley-Eisenbahn geliefert wurde.

Abb. 4. Union Pacific Personenzuglokomotive Nr. 7000.

Ihre drei Zylinder haben 63 cm Durchmesser und 71 cm Hub. Die Lokomotive wiegt 167,5 t und kann eine Zugkraft von 29,9 t entwickeln.

Damit sind wir bei den amerikanischen Riesenlokomotiven des heutigen Tages angelangt, von denen noch »Horatio Allen«, 1924 für die Delaware und Hudson-Eisenbahn gebaut, als Hochdrucklokomotive genannt sei. Der überhitzte Dampf hat einen Druck von 24,6 at und wird in einem Niederdruckzylinder nochmals mit 6,3 at Druck ausgenutzt. Besonders gerühmt wird an dieser Lokomotive der sparsame Kohlenverbrauch. Sie wiegt 158 t; die Zugkraft beträgt 39 t bei einfacher Dampfdehnung, 32,5 t bei Verbundwirkung und kann durch einen Zusatzmotor noch um 8,9 t gesteigert werden.

Im Frühling 1925 sind der Southern Pacific-Eisenbahn von der American Locomotive Company 16 Dreizylinder-Lokomotiven mit Ölfeuerung geliefert worden, die für die schwersten steifgekuppelten Lokomotiven der Welt gelten. Eine solche Lokomotive wiegt 200 t, wovon 143 t als Reibungsgewicht ausgenutzt werden. Die Triebräder haben 161 cm Durchmesser. Zwei von den Zylindern haben 63,5 cm Durchmesser bei 71 cm Hub, beim dritten sind die entsprechenden Mafse 63,5 cm und 81 cm. Der Dampfdruck beträgt 15,8 at. Mit dem Zusatzmotor leistet die Lokomotive 43,4 t an Zugkraft. Der sechsachsige Tender fafst 15 m³ Heizöl.

Als besonders bemerkenswert unter den neueren amerikanischen Lokomotiven gilt auch die Bauart »Lima« (1 D 2), die seit Februar 1925 bei der Boston und Albany-Eisenbahn den Güterzugdienst benutzt wird. Sie hat einen 100 Quadratfufs (9,29 m²) grofsen Rost. Ihr Gewicht beträgt 175 t, Reibungsgewicht 112,7 t. Die Zugkraft, 31,5 t, kann durch einen Zusatzmotor auf 37,5 t gesteigert werden. Um die Leistungsfähigkeit dieser Lokomotive zu zeigen, liefs man sie einen Schnellzug von Chicago nach Minneapolis befördern, ohne dafs sie unterwegs vom Zug getrennt wurde. Der Zug bestand aus 16 Wagen, ganz aus Stahl gebaut, und wog 1200 t. Der 679 km weite Weg wurde ohne Anstand in 13 St 29 Minuten zurückgelegt. Die Boston und Albany-Eisenbahn hat 25 solche Lokomotiven bestellt.

Der Zug ins Grofse, der die amerikanische Denkweise beherrscht, zeigt sich bei drei Lokomotivbauarten, die die Union Pacific-Eisenbahn neuerdings unter den Nummern 8000 und 9000 in ihren Betriebsmittelpark eingestellt hat. Nr. 7000 (Abb. 4) hat die Bauart 2 D 1, unter dem Namen Mountain bekannt, bietet also insofern nichts besonderes. Nr. 8000 mit der Radanordnung 2 E 1, als Bauart »Overland« bezeichnet, dient dem schweren Güterzugverkehr, während Nr. 7000 für Schnellzüge bestimmt ist. Beide werden übertroffen von Nr. 9000, einer Güterzuglokomotive mit der Radanordnung 2 F 1. Sie gilt für die gröfste, schnellste und leistungsfähigste einteilige Dampflokomotive des heutigen Tages, die Güterzüge mit Personenzuggeschwindigkeit befördern kann. Ihr Gewicht beträgt einschliefslich des sechsachsigen Tenders 355 t. Ihre Länge beträgt 31,27 m. Ihr Rost ist 6,7 m² grofs. Ihre drei Zylinder haben 686 mm Durchmesser, die zwei äufseren 813 mm, der innere 838 mm Hub. Die Lokomotive entwickelt eine Geschwindigkeit von 80 km/h und eine Zugkraft von 45 t; sie leistet 4330 PS. Sie führt einen Wasservorrat von 57 m³ und einen Kohlenvorrat von 21 t mit, von denen in der Stunde der Feuerung mechanisch zugeführt, 6 bis 7 t verbraucht werden. Die Triebräder haben einen Durchmesser von 1,70 m. Die Lokomotive bedeutet im ganzen eine Neuerung, setzt sich aber aus einer Reihe bekannter Einzelheiten zusammen, an denen allerdings in gemeinschaftlicher Arbeit der technischen Beamten der Union Pacific-Eisenbahn und der American Locomotive Company vielerreiche Verbesserungen angebracht worden sind.

Für die vorstehenden Beschreibungen einzelner amerikanischer Lokomotiven hat zum Teil eine Veröffentlichung der Central Steel Company in Massillon, Ohio, als Quelle gedient, der auch ein Teil der Bilder entnommen ist. Das sehr vornehm ausgestattete Buch kann natürlich keine erschöpfende Geschichte des amerikanischen Lokomotivbaus bieten und noch viel weniger soll das der vorstehende Überblick; es sollen vielmehr nur einige Marksteine aus der Entwicklung herausgegriffen werden, die dieses wichtige Gebiet neuzeitlicher Technik in den letzten 100 Jahren durchgemacht hat. Diese Entwicklung ist zum Teil sprunghaft, zum Teil stetig verlaufen, geradezu verblüffend wird es aber, wenn man einmal Anfang und Ende nebeneinander hält. Neben manchem, was schon die ersten Lokomotivbauer richtig entworfen haben, finden sich bei den neueren Lokomotiven natürlich auch bauliche und grundsätzliche Unterschiede. erstaunlich ist besonders der Fortschritt, der in der Leistung der Lokomotiven gemacht worden ist. Insofern ist ab Entwicklung der letzten 100 Jahre geradlinig gewesen, als Kolbendampflokomotive auch heute noch ihren Platz beh

lerdings in den letzten Jahren einige neue Gedanken auf den Antrieb verwirklicht worden. Die Diesel- und die Turbinenlokomotive sind aber über den noch nicht hinausgediehen und nur die elektrische e hat neben der Kolbendampflokomotive bis jetzt Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb erlangt. Man rlich heute nicht sagen, wohin die zukünftige Entführen wird, so viel kann aber wohl mit Sicherheit en werden, dafs der Kolbendampflokomotive, mögen auch andere Arten des Antriebs auftreten, noch ein ignisreiches Leben beschieden sein wird. Die nächsten n dürften voraussichtlich auf dem Gebiet einer Ers Kesseldrucks liegen. Hat Amerika in bezug auf das Lokomotivgewicht und gewisse Besonderheiten, die mit der Gröfse der Lokomotive in Verbindung stehen, die Führung übernommen, so ist ihm Europa, und zwar Deutschland, zur Zeit im Kesseldruck weit vorausgeeilt. War doch auf der Verkehrsausstellung in München eine Lokomotive für 60 at Dampfdruck ausgestellt, während in Amerika die höchste, in dieser Hinsicht erreichte Zahl 24 at sind. Der amerikanische Lokomotivbau wird sich aber sicher die durch Beschreiten dieses Weges gebotenen Möglichkeiten nicht entgehen lassen, und so sind in der nächsten Zeit wohl grundlegende Neuerungen im Eisenbahnmaschinenwesen der Vereinigten Staaten nicht ausgeschlossen. In einem solchen Zeitpunkt hat es besonderen Reiz, auch einmal rückwärts zu schauen, wie es vorstehend geschehen ist.

Berichte.

Werkstätten, Stoffwesen.

ttswirtschaft der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

r Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft sprach direktor Geheimer Baurat Dr. Ing. Kühne kürzlich über re Entwicklung des Werkstättenwesens und der Werkbei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft". Die nach e eingeleitete Umstellung der Ausbesserungswerke der Reichsbahn von der handwerksmäfsigen Ausbesserung aftliche Betriebsführung macht in ihren Erfolgen immer rtschritte. Die neuzeitlichen Arbeitsverfahren in planolge der Arbeitsvorgänge mit hinreichender Unterteilung ser Anwendung der fliefsenden Fertigung, der Übergang s- und Austauschbau soweit angängig, haben zu einer Beschleunigung der Ausbesserungen geführt, ohne dafs üte der Arbeit leidet, da sorgfältige Arbeitsprüfung statt- ist erreicht, dafs zur Hauptausbesserung einer Lokomotive Durchschnitt nur noch 40 Tage gegenüber 110 Tagen vor benötigt werden. Dabei sind bereits aufsergewöhnliche ungen zu verzeichnen. Im Ausbesserungswerk Sebaldsbrück ptausbesserung einer Lokomotive der Type G 8 nach vor- sorgfältiger Vorbereitung in 30 Stunden ausgeführt erst nach einer Laufzeit von 27 Monaten ist die Lokomotive usbesserung in die Werkstatt zurückgekehrt. Die Zahl serungsstände ist heute für die Bewertung der Leistung kstatt nicht mehr mafsgebend, sondern die Höhe des auf dem Stand, der wesentlich höher ist, als vor dem dafs viele Stände in den Richthallen für Fertigungs- freigegeben werden konnten. Z. B. genügen in einem ausbesserungswerk, dem 750 Lokomotiven zur Instand- ewiesen sind, zwölf Stände. Die Laufzeit der Lokomotiven vei Hauptausbesserungen beträgt heute 76 000 km, Personenzugslokomotiven erzielen im Durchschnitt über 100 000 km vereinzelt 250 000 km und mehr. Amerikanische Arbeits- wie das Honing- und Lappingverfahren müssen in die n übernommen werden. Die Schleifarbeiten treten damit vor. Im übrigen wendet die Reichsbahn bereits alle neuzeitlichen Arbeitsverfahren an; auch gepreifste Teile an Stelle von gufseisernen werden verwendet. Die vorgeschriebenen Toleranzen werden eingehalten. Die konstruktive Fortentwicklung der Fahrzeuge mufs in der Richtung einfacher Unterhaltung liegen.

Zur sachgemäfsen Leitung der Werke ist die betriebswirtschaftliche Vollabrechnung Bedürfnis geworden. Sie ist bei sechs Werken eingeführt, hat aber vorerst nur statistischen Charakter. Daneben läuft die alte Abrechnungsart nach kameralistischem Prinzip. Die neue Abrechnung ist nach den verschiedenen Fahrzeugarten unterteilt und läfst auch die auf die Lokomotiv- und Wagenachskilometer entfallenden Kosten erkennen, welche die Grundlage für alle tarifarischen Mafsnahmen bilden und auch bei anderen Bahnverwaltungen im Gebrauch sind. Im Durchschnitt entfallen auf 100 000 Achskilometer 3,6 Arbeiter (in Italien 3,91). Die Unterhaltungskosten für 1000 Lokomotivkilometer betragen im Durchschnitt 320 ℳ, in Amerika 900 bis 1000 ℳ (Dollar = 4,2 ℳ). Die kilometrische Leistung der amerikanischen Lokomotiven zwischen zwei Hauptausbesserungen ist im allgemeinen geringer als bei der Reichsbahn. Die Unterhaltungskosten für 1000 Personenwagenachskilometer haben sich zu 16 ℳ ergeben. Das Anlagekapital des gesamten deutschen Fahrparks beträgt rund 7 Milliarden ℳ und es ergibt sich, dafs die Unterhaltungskosten im Durchschnitt aller Fahrzeuge 8,7 % des Anlagekapitals betragen, während es vor dem Kriege 9,7 % waren. Hierbei mufs man beachten, dafs die Ausbesserungen vielfach umfangreicher geworden sind als vor dem Krieg. Die Zahl der Heifsdampflokomotiven, der Lokomotiven mit Kipprosten, Bremse und Schlammabscheider hat sich vergröfsert. Die Unterhaltung der durchgehenden Güterzugbremse ist hinzugekommen. Die Vermessung der Fahrzeuge wird wesentlich sorgfältiger gehandhabt. Die Einrichtungen der Fliefsarbeit erfordern Unterhaltungskosten. Dies sind Mehr- und Sonderleistungen, die vor dem Kriege nicht vorhanden waren. Die hierauf entfallenden Arbeiter sind bei vorsichtiger Schätzung mit etwa 17 000 in Ansatz zu bringen. Die Neubeschaffungen sind wesentlich geringer als vor dem Kriege.

Przygode.

Lokomotiven und Wagen.

onenwagen der französischen Südbahn aus Stahl.

Hierzu Tafel 22.

s vor dem Kriege beschäftigten sich französische Bahnen, anischen Beispiel folgend, mit dem Gedanken, Stahlwagen lzüge zu bauen. Seit 1910 laufen auf den elektrisch Vorortstrecken von Paris eine Reihe von Stahlwagen, auf den Untergrundbahnen, wo teilweise auch die Sitzstark elastischem Stahlblech gefertigt sind.

wurde ein Modell gebaut, in dem überhaupt kein Holz endet wurde. Ein eingehendes Studium liefs jedoch erfs es möglich wäre Holz für einige nebensächlichere Bauter- und Türrahmen, sowie Zierleisten, zu verwenden ohne - oder Splittergefahr bei Zusammenstöfsen wieder heraufen.

uf wurde ein vierachsiger Versuchswagen mit drei Abteilen f Abteilen II. Klasse, Seitengang und zwei Aborten erstellt. Um an Gewicht zu sparen und die Stahlwagen nicht wesentlich schwerer zu machen als die bisherigen Holzwagen ging man von der klassischen Bauweise, einen widerstandslosen Kasten auf einen widerstandsfähigen Rahmen zu setzen, ab und bezog die ganzen Wände als tragende Glieder in die Konstruktion ein. Der Rahmen wurde dadurch leichter, weil er nur noch dem Horizontalabzug und -Stofs in der Fahrrichtung zu widerstehen brauchte und ihm gegenüber den Vertikalkräften nur noch die Rolle eines Brückenuntergurtes zufiel. Die Seitenwände, der Fufsboden und das Dach sind so miteinander verbunden, dafs sie einer Kastenbrücke ähneln. Um die unvermeidlichen Geräusche infolge der Schwingungen der Konstruktionsbleche zu dämpfen, sowie um eine genügende Wärmeisolierung zu schaffen hat man Korkplatten von 10 mm Stärke auf den Konstruktions- und Verkleidungsblechen vorgesehen.

Der Versuchswagen wurde von den Ateliers de Construction du Nord de la France in Blanc-Misseron hergestellt. Er hat 21570 mm

über Puffer, eine Kartenlänge von 20280 mm, einen Drehzapfenabstand von 14680 mm und 2500 mm Achsabstand im Drehgestell. Er ist mit Westinghouse-Schnellbremseinrichtung, elektrische Beleuchtung nach Vickers (London), Handbremsen und Heizanlagen nach Westinghouse ausgerüstet. Die Zahl der Sitzplätze ist 58. Die Südbahn hat nach Erprobung 40 solcher Wagen bestellt. Der Fufsboden ist im ganzen Wagen aus Wellblech mit eingegossenem Terrazolith und in der II. Klasse einschliefslich des Ganges mit Linoleum, in der I. Klasse einschliefslich des Ganges mit Matten bedeckt. In der Heizzeit steht in den Aborten auch Warmwasser zu Waschzwecken zur Verfügung. Im Falle von Schäden an der elektrischen Beleuchtungsanlage kann durch ein mitgeführtes Kabel der Wagen an den Nachbarwagen angeschlosssen werden, worauf dann beide Wagen auf halbe Lampenzahl geschaltet werden.

Die auf Taf. 22 wiedergegebenen Abbildungen zeigen die Bauart des Kastengerippes und Einzelheiten der Verbindungen. Der Rahmen besteht aus Profileisen und Schmiedestücken, er wird durch Querstücke und durch den Wellblechboden, der mit Magnesiumzement (Terrazolith) bedeckt ist, versteift (Abb. 4, Taf. 22).

Wie erwähnt, wirken die Seitenwände wie ein Gitterträger, der sich wie folgt zusammensetzt: Als Untergurt ist ein U-Eisen von $200 \times 91{,}5 \times 10$ nebst einem Winkeleisen von $80 \times 80 \times 10$, die auf einem Sohlblech von 8 mm ruhen, verwendet; als Obergurt zwei Winkeleisen von $120 \times 80 \times 10$ und $80 \times 60 \times 8$, und als Streben Z-Eisen von $85 \times 65 \times 50 \times 6$, die an Ober- und Untergurt genietet sind. Auf ihnen ist das 3 mm starke Aufsenblech befestigt, das der Höhe nach durch drei wagrechte, U-förmig gebogene 2 mm starke Blechstreifen versteift wird.

Die Zug- und Stofskräfte werden unmittelbar bis zum Drehzapfenquerträger übertragen. Die innere Teilung des Wagens wird durch Doppelwände aus 1 bzw. 1,5 mm starken Blechen gebildet, die auf Teakholzbalken mit Holzschrauben aus Messing befestigt sind. Für das Dach ist 1,5 mm Blech aufsen und 1 mm Blech innen verwendet. Messingholzschrauben wurden angewendet um das wiederholte Auseinandernehmen zu erleichtern. Die Drehgestelle sind von derselben Bauart wie diejenigen für die neueren elektrischen Vorortebahnwagen für Paris. Der Achsstand ist 2500 mm. Das Gewicht des ganzen Wagens ist 43,8 t, während amerikanische Wagen Gewichte von nahezu 60 t aufweisen. Der in seinen tragenden Teilen fertige Wagen wurde wie folgt belastet:

4,5 t für Belastung durch die Reisenden,
4,0 t für eine Überlast an Reisenden,
3,0 t als Sicherheitslast.

Dabei betrug die Durchbiegung in der Mitte etwa 1,8 mm. Ferner wurde der Wagen mit 30 Mann belastet, welche lotrechte rhythmische Schwingungen erzeugten, wobei etwa noch 8,5 t übernormale Last vorhanden waren. Hierbei war die Schwingungswellenhöhe etwa 1 mm.

Der Stahlwagen wurde 1925 auf der Exposition des Arts. Décoratifs et Industriels in Paris gezeigt. Durch einen Zufall wurde dieser Wagen nach Beendigung der Ausstellung einer harten Probe unterzogen, die besser als alle einzelnen Proben in der Fabrik oder rechnerische Überlegungen erwies, welche Widerstandsfähigkeit er besitzt. Gelegentlich einer Verschiebebewegung am Bahnhof Bercy wurde der Wagen von einer kleinen 38 t schweren Lokomotive geschoben und stiefs infolge eines Irrtums des Weichenstellers auf einen Gütereilzug, der von einer 100 t Lokomotive gezogen wurde und 325 t schwer war. Im Augenblick des Zusammenstofses war die Geschwindigkeit des Zuges noch 35 km/h. Der Wagen war also einerseits von 425, andererseits von 38 t eingeschlossen. Durch den Stofs wurde der Stahlwagen und die Verschiebelokomotive zurückgeschleudert, wobei das rückwärtige Drehgestell entgleiste und der Wagen dadurch etwas aus der Gleisachse kam. Dadurch schnell wieder zum Stillstand gekommen, konnte der Zug nochmals auf den Wagen stofsen, diesmal verfehlten sich die Puffer, der Stofs ging also auf das Kopfstück. Bei dieser Gelegenheit wurde der Zughaken abgesprengt. Durch den zweiten Stofs wurde der entgleiste Wagen nochmals fortgeschoben und stiefs gegen den Pfeiler einer Steinbrücke, um bei der darauf folgenden Eisenbrücke mit dem Dach am Pfeiler zu streifen. Der erste Pfeiler der Eisenbrücke gab nach, während der zweite Pfeiler dieser Brücke den Wagen zum S brachte. Der ganze Weg des Wagens war etwa 17 m.

Die Schäden am Wagen waren folgende: die Kuppl die Puffer wurden abgeschert. Es brach keine einzige Fenst im ganzen Wagen. Ein Türflügel und die Steigleiter wurde Streifens am Brückenpfeiler an der Stirnwand leicht be Auf der Seite gegen die Güterzuglokomotive gab das g Kopfstück etwas nach, so dafs sich das Bodenblech der E stauchte und leichte Risse im Terrazolithbelag auftraten. konnte eine Seitentür nicht mehr geöffnet werden.

Schlechter erging es den Lokomotiven. Bei der Ve lokomotive wurde das Kopfstück aus stahlblechverkleideten holz vollkommen zertrümmert, die Längsträger waren ur verbogen, die Rauchkammertür war gänzlich zertört. Güterzuglokomotive wurde das Kopfstück verbogen und au und die Puffer losgerissen.

Der Unfall hat eine ungewollte, aber gute Gelegenheit die Widerstandsfähigkeit von Stahlwagen zu erproben.

Ein neuer dieselelektrischer Triebwagen.

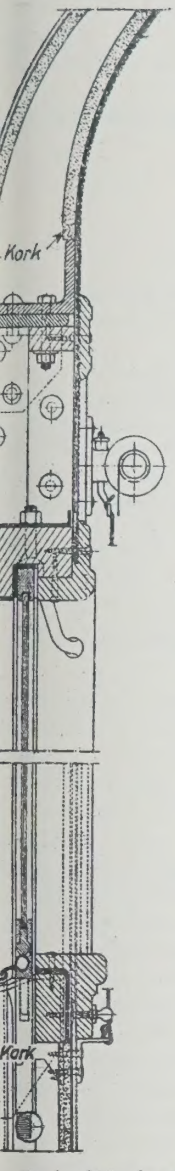
Die Schweizerischen Bundesbahnen haben vor nicht Zeit die Versuchsfahrten mit einem neuen Triebwagen abges der mit einem Dieselmotor von 250 PS-Leistung und ele Kraftübertragung arbeitet. Der Motor ist von Gebrüder Sul in Winterthur, der elektrische Teil von Brown, Boveri & der mechanische Teil von der Schweizerischen Industriege in Neuhausen ausgeführt. Der Wagen hat Regelspur, ist 20 vierachsig und wiegt 57 t. Hiervon entfallen auf den mec Teil 38 t, auf den elektrischen Teil ohne Anwurfbatterie den Dieselmotor 7,8 t und auf die Anwurfbatterie 1,2 t. D Zugkraft am Radumfang beträgt 4600 kg, die Dauerzug 60 km/h Fahrgeschwindigkeit 700 kg, bei 30 km/h 140 bei 20 km/h 2100 kg. Der Wagen hat mittleren Eing Personenabteile, ein geräumiges Gepäckabteil und an beiden S Führerstände. Der 4,3 m lange Maschinenraum schliefst si Gepäckabteil an. Der Motor ist ein Viertakt-Dieselmotor dichter mit acht V-förmig angeordneten Zylindern, und 1 550 Umläufen/min 250 PS an der Welle. Der mit ihm ur gekuppelte sechspolige Gleichstromerzeuger gibt 325 Am 750 Volt ab. Beim Anwerfen des Dieselmotors wird de erzeuger über eine besondere Erregerwicklung als Reihensch geschaltet. Der Strom zu seinem Antrieb wird einer Nic batterie von 90 Zellen und 160 Amperestunden Kapazität ständiger Entladung entnommen. Die Batterie wird durc regermaschine aufgeladen, die auch die Hilfsmaschinen v versorgt.

Das Kühlwasser läuft durch einen Dachkühler, durc Ventilator von 10 PS Luft bläst. Zur Aufrechterhaltung Motor zuträglichsten Kühlwassertemperatur sind mehrere S Kühlers abschaltbar. Im Winter wird das erwärmte K der Wagenheizung zugeführt. Aufserdem ist elektrische vorgesehen. Da der Triebwagen nur durch einen Man wird, so sind eine Totemannkurbel und ein Fufskontakt v die der Führer betätigen mufs, damit nicht die Erregung ab und die Notbremse in Tätigkeit gesetzt wird. Indessen t Einrichtung erst in Wirksamkeit, wenn die Fahrgeschw 20 km/h überschreitet. Die beiden in einem Drehgestell Triebmotoren sind eigengelüftete Achsmotoren in Strafse hängung von 70,5 kW Stunden- und 56,5 kW Dauerleistun Widerstände im Erregerstromkreis wird die Motorenspan Hintereinanderschaltung zwischen Null und 750 Volt, bei schaltung zwischen 300 und 750 Volt geändert.

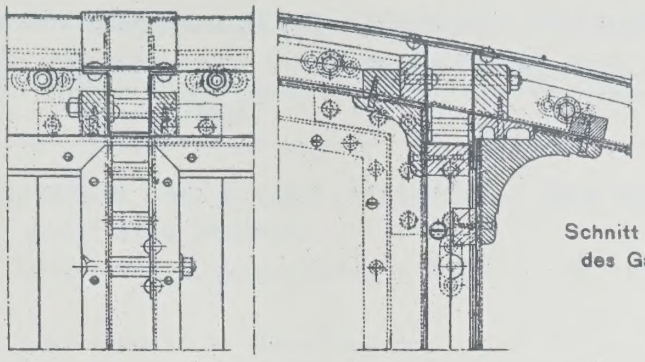
Bei den Versuchsfahrten (der Wagen ist bereits seit einem Jahre in ständigem Betrieb), hat ein 77 t schwerer stehend aus dem Triebwagen und einem Anhänger, 6,7 g für 1 tkm verbraucht. Bei 26,3 v. T. Steigung erreichte der T ohne Anhänger rund 27 km/h Geschwindigkeit und in der 21 v. T. mit 20 t Anhängelast 26 km/h, während in der höchste Fahrgeschwindigkeit 60 km/h betrug.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Mün
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Zum Bericht: Personenwagen der französischen Südbahn aus Stahl.

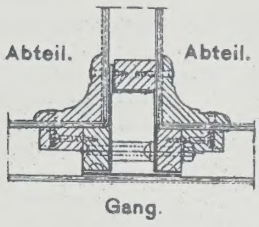


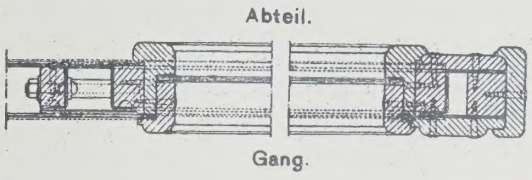
. Schnitt durch Außenwand.



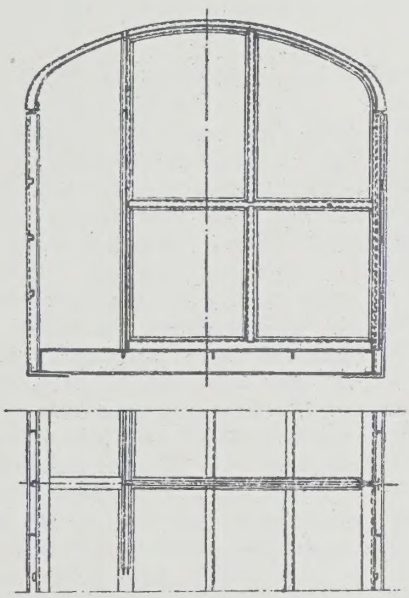
Schnitt durch die Verbindungen des Ganges und der Abteile.

Abb. 2.

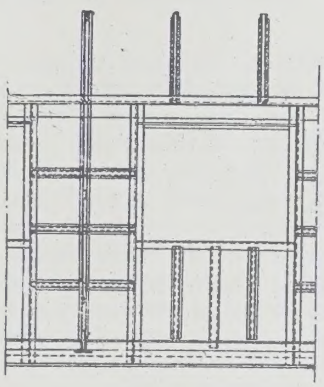




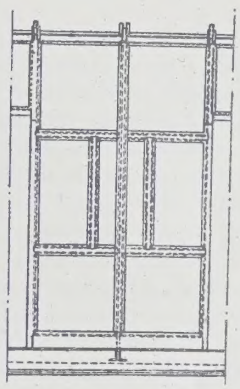
Eingang zum Abteil.



Querschnitt.



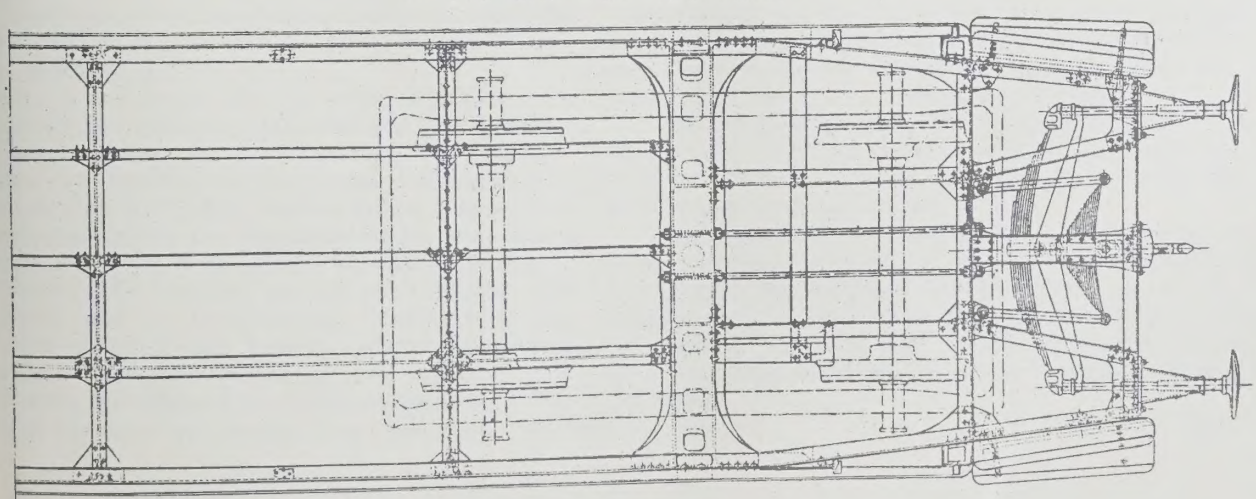
Längsschnitt.



Verbindungen am Seitengang.

Abb. 3.

4. Grundriß des Rahmens.



rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
riftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 30. Mai 1927 Heft 10

Oberbau der grofsen Geschwindigkeiten und grofsen Achsdrücke: Das Gleis auf Federn und festen Stützen.

Von Dr. techn. **Alfred Wirth**, Bundesbahndirektor in Wien.

Inhalt.

Das Querschwellengleis in der Schotterbettung.

A. Grenzen der Leistungsfähigkeit. B. Die Verkehrslasten. C. Die Schiene. D. Die Schwelle und Schwelleneinteilung. E. Die stigungsmittel und Unterlagsplatten. F. Die Bettung.

Das Gleis auf Federn und festen Stützen.

I. Der Vorschlag.

II. Theoretische Voraussetzungen. A. Der Stützendruck. 1. Der statische Stützendruck. 2. Der dynamische Stützen- k. B. Die Elastizität des Gleises. C. Die Berechnung der Feder.

III. Die einzelnen Teile des Gleises. A. Die Schiene und die Neigung der Schiene. B. Die Schraubenfeder und die rschutzhülse. C. Die Schienenstütze (Stützenmauer). 1. Die Unterlagsplatte. 2. Der Unterlagsquader. 3. Die Untermauerung. ie Schienenverankerung. E. Die Querverbindung der Schienen. F. Die Vorrichtung zur Verhinderung des Abhebens der Schienen. ie Schienenstofs. H. Die Lage des Gleises. Die Entwässerung.

IV. Die Anwendung des Oberbaues. A. Auf offener Strecke. B. Auf den Brücken. C. In den Bahnhöfen.

V. Die Kosten. A. Die Kosten der Neuherstellung. B. Die Kosten der Gleisunterhaltung.

VI. Schlufswort.

Das Querschwellengleis in der Schotterbettung.

A. Grenzen der Leistungsfähigkeit.

»Die Grenze der Leistungsfähigkeit des Gleises liegt nicht ler Schiene und auch nur in beschränktem Mafse in der erschwellung, die ja im ausgedehnten Mafse verstärkt werden nen, sondern in der Bettung, also in dem Teile, der nur einer Stärke und äufseren Form verbessert werden kann, einer inneren, also wesentlichen Beschaffenheit aber von vorkommenden Gesteinsarten abhängig ist. Dieser über- gende Einfluſs der Bettung zwingt mit fortschreitender Be- ung des Gleises dazu, neben Verwendung besten Bettungs- fes auch die Unterschwellung so zu gestalten, dafs der ungsdruck klein wird, d. h. also zahlreiche und kräftige wellen zu verwenden. Dadurch wird auch die Widerstands- gkeit und Steifigkeit der Schiene gehoben, also auch die ahr der Stofswirkungen der Betriebslasten abgeschwächt.«

Diese in der Ausgabe des Jahres 1897 des »Handbuches Ingenieurwissenschaften«, Teil Eisenbahnbau enthaltenen rte, gelten wohl auch heute nach dreifsig Jahren noch in ingeschränkter Weise. Da die Steigerungen der Verkehrs- en sich im wesentlichsten auf Schiene und Bettung, die igerungen der Geschwindigkeiten auf Schiene und Schienen- estigung auswirken, beide aber eine dichte Schwellenlage ordern, um eine bessere Druckverteilung auf den Unterbau eine Vermehrung der Schienenbefestigungsmittel zu erreichen, l wir mittlerweile auf Schwellenentfernungen gelangt, die nicht mehr wesentlich unterbieten lassen, so dafs die stungsfähigkeit des Gleises auch in der »Unterschwellung« e Grenze gefunden hat.

Besonders in den letzten zehn bis zwölf Jahren sind die kehrslasten derart gestiegen, dafs sich fast alle Bahnver- tungen genötigt sahen, für die Berechnung des Oberbaues vor allem der Brücken ihrer Hauptlinien Achsdrücke vor- chreiben, die etwa 30 % höher sind als die des Jahres 1914. Fahrgeschwindigkeiten der schnellstfahrenden Züge haben hingegen seit 1914 nicht erhöht, wir fahren zumindest Europa heute nicht schneller als vor zwölf Jahren. Die ache hierfür mag in verschiedenen Umständen liegen. ner war das Bedürfnis nach höheren Achsdrücken gröfser nach höheren Fahrgeschwindigkeiten, dies begründet aber ifs nicht allein den Stillstand in der Entwicklung der Fahr- geschwindigkeiten, der tatsächlich eingetreten ist. Eine Mit- ursache hierfür dürfte wohl in der (nicht gerne eingestandenen) Erkenntnis liegen, dafs unser Oberbau überhaupt nicht den grofsen, durch hohe Geschwindigkeiten hervorgerufenen Längs- und Querkräften gewachsen ist, vielleicht wurde auch das Be- dürfnis dadurch zurückgedrängt, dafs bis jetzt noch Pafs- und Zollschwierigkeiten an den Staatsgrenzen Aufenthalte bedingen, gegenüber denen die erreichbaren Fahrzeitabkürzungen durch Geschwindigkeitserhöhungen keine wesentliche Rolle spielen. Vor wenigen Jahren waren die Eisenbahnen immerhin noch Herren der Lage: Soferne sie sich nicht selbst den Rang ab- liefen, konnten sie die Höchstgeschwindigkeiten so festsetzen, wie es ihnen aus wirtschaftlichen und Sicherheitsgründen passend erschien. Heute haben sie mit dem Wettbewerb von Automobil und Flugzeug zu rechnen und damit ist wieder das Problem der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten in den Vordergrund gerückt.

B. Die Verkehrslasten.

Die Verkehrslasten sind bei den europäischen Bahnen vorläufig über 20 t Achsdruck noch nicht oder doch nicht wesentlich hinausgegangen. Im Betriebe sind die Achsdrücke von 18 bis 20 t die Achsdrücke der derzeit schwersten Lokomotiven.

Im Jahre 1925 war auf der deutschen Verkehrsausstellung in München eine 2 C 1 Turbolokomotive von 20 t Achsdruck und Triebachsenabstand von 2,0 m und eine 2 C 1 Einheits- lokomotive mit ebenfalls 20 t Triebachsdruck und einem Trieb- achsenabstand von 2,3 m als schwerste Lokomotive vorgeführt. Die schwersten Grofsgüterwagen dieser Ausstellung hatten be- laden einen Achsdruck von 19,5 t. In England sind seit 1922 Lokomotiven mit 20 t Achsdruck im Betriebe.

Die Vorschriften sehen höhere Achsdrücke vor. Da ein Oberbau für etwa 20 Jahre, eine Eisenbahnbrücke für etwa 60 Jahre geschaffen werden mufs, müssen die Vorschriften der Entwicklung Rechnung tragen.

Die Vorschriften für Eisenbauwerke der Deutschen Reichs- bahn (Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken) vom Jahre 1925, schreiben für den Neubau und für die Ver- stärkung eiserner Eisenbahnbrücken die Lastenzüge N, E und G vor. Wegen der Bedeutung für die vorstehende Abhandlung seien die bezüglichen Stellen dieser Vorschrift auszugsweise angeführt.

Lastenzug N.

Zwei Tenderlokomotiven von den in Abb. 1 wiedergegebenen Abmessungen und Achslasten und ein- oder zweiseitig angehängte Grofsgüterwagen von den in der Abb. 2 wiedergegebenen Abmessungen und Achslasten (8 t/m) in ungünstigster Stellung.

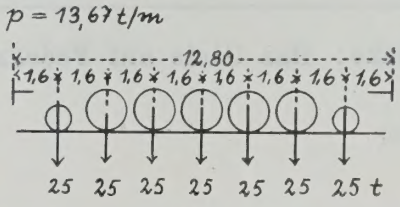


Abb. 1.

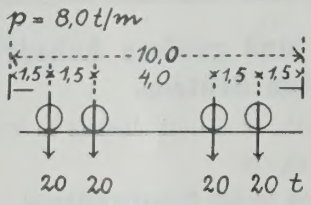


Abb. 2.

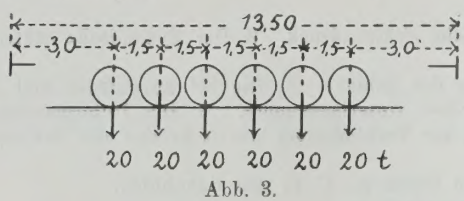


Abb. 3.

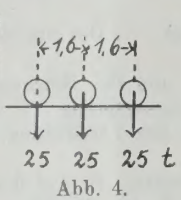


Abb. 4.

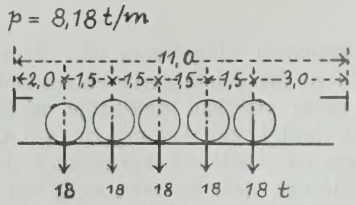


Abb. 5.

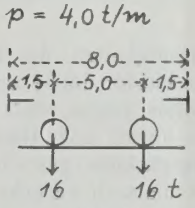


Abb. 6.

Lastenzug E.

Zwei Tenderlokomotiven von den in Abb. 3 wiedergegebenen Abmessungen und Achslasten und ein- oder zweiseitig angehängte Grofsgüterwagen (Abb. 2) in ungünstigster Stellung. Insoweit die Lastgruppe der Abb. 4 ungünstigere Spannungen hervorruft, ist diese der Berechnung zugrunde zu legen.

Lastenzug G.

Zwei Tenderlokomotiven von den in Abb. 5 wiedergegebenen Abmessungen und Achslasten in ungünstigster Stellung mit ein- oder zweiseitig angehängten Grofsgüterwagen, von den in der Abb. 6 wiedergegebenen Abmessungen oder zwei Grofsgüterwagen (Abb. 2) in ungünstigster Stellung mit ein- oder zweiseitig angehängten Güterwagen von den in der Abb. 6 wiedergegebenen Abmessungen und Achslasten (4 t/m) oder eine Tenderlokomotive (Abb. 5), in ungünstigster Stellung, zwei einseitig angehängte Grofsgüterwagen (Abb. 2) und an diese anschliefsende Güterwagen (Abb. 6).

Die österreichischen Bundesbahnen berechnen ihren Hauptbahnoberbau mit 20 t Achsdruck, die neuen Brücken der Hauptbahnen nach dem Lastenzug N der Deutschen Reichsbahn.

Wesentlich höhere Verkehrslasten sind in Amerika im Betrieb.

Im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1924, S. 17, ist auf eine 2D1—h3 Lokomotive der New-York-Zentral-Bahn hingewiesen, die folgende Achsanordnung hat:

Tender	Lokomotive
$6 \times 20{,}2$ t	$27{,}0 + 4 \times 27{,}4 + 2 \times 15$ t

kleinster Abstand der Triebachsen 1,83 m.

Weiter S. 136 auf eine 1E1-h2 Güterzugslokomotive der amerikanischen Great-Northern-Bahn

Tender	Lokomotive
$6 \times 21{,}7$ t	$25{,}0 + 5 \times 31 + 11$ t.

Die Schweizerische Bauzeitung berichtet auf Seite 2 Jahrgangs 1925 über eine neue Grofselektrolokomoti Pensylvania-Eisenbahn mit einem Triebachsdruck von 35 t, Triebraddurchmesser von 2,02 m. Dies dürfte wohl ei schwersten Lokomotiven der Welt sein.

Man hat in Europa nicht die Befürchtung, da aufserordentlich hohen Achsdrücke der amerikanischen motiven das Vorbild für die künftige Entwicklung u Bahnen abgeben, weil in Amerika ein gröfseres Lich profil gröfsere Wagen und gröfsere Lokomotiven, dami höhere Achsdrücke begünstigt.

C. Die Schiene.

Die Querschnitte der Breitfufsschiene haben im ihrer Entwicklung, trotzdem fast jede Bahn ihre Schiene entwarf, Formen angenommen, die unterei nahezu als ähnlich bezeichnet werden können, so dafs a Metergewicht einer Schiene mit ziemlicher Annäherung a Tragfähigkeit (gekennzeichnet durch das Widerstandsm und auf die Steifigkeit der Schiene (gekennzeichnet Elastizitätsziffer und Trägheitsmoment) geschlossen werden Mit dem Entstehen einer Schienenform, die sowohl rechn wie praktisch den an sie gestellten Anforderungen im allge entsprach, sowie gedrängt durch die wirtschaftlichen Verhäl haben in den letzten Jahren fast alle Bahnverwaltungen heitsquerschnitte festgelegt, die in Hinkunft für best nach Achsdruck, Verkehrsdichte, Steigungen usw. g zeichnete Strecken zur Anwendung kommen sollen.

Einige Einheitsoberbauarten seien hier angeführt:

Einheitsoberbau der Deutschen Reichsbah

eine 45 kg/m Schiene für G-Strecken,
» 49 » » » N- und E-Strecken.

Einheitsoberbau der französischen Eisenba v. J. 1919:

eine 26 kg/m Schiene für schmalspurige Bahnen,
» 36 » » » schwachen Regelspurverk
» 46 » » » starken »
» 55 » » » Gleise in Tunneln.

Die österreichischen Staatsbahnen hatte Jahre 1908 für ihre Hauptbahnen die Schienenformen 44,4 kg und Xa mit 35,7 kg eingeführt, für die Nebenb die Schiene XXIVa mit 26,2 kg. Da damals nahezu alle g Privatbahnen Österreichs in den Staatsbetrieb übergeg waren und die österreichische Südbahn ebenfalls die Schi aufnahm, konnte man schon zu dieser Zeit von einem Ein oberbau sprechen. Aufser diesen Oberbauformen bestehen im heutigen Österreich selbst auf Hauptbahnstrecken noc ehemaligen Privatbahnformen, deren schwerstes Schienenge zwischen 33 und 35 kg liegt. Ähnlich dürften wohl auc Verhältnisse bei den Bahnen der übrigen Staaten liegen.

Von den amerikanischen Eisenbahnen hatte einer Mitteilung in Glasers Annalen im Jahre 191 Pennsylvania-Bahn eine Schiene von 59,5 und eine von 62 die Lehightal-Bahn eine Schiene von 67,5 kg, die Zentra eine Schiene von 67 kg/m in Verwendung.

Von der Tatsache, dafs die wirksamste Verstärkung Gleises in der Einführung einer schweren Schiene besteht dafs der heutige Stand der Walztechnik hierbei uns n keine Grenzen auferlegt, wurde in den früheren Jahren zu wenig Gebrauch gemacht; auch heute noch wird mit Schienengewicht, in Europa zumindest, zu sehr gespart. werden die Schienenquerschnitte zu sehr nach dem Gra zulässigen Inanspruchnahme bestimmt, obwohl es bekann dafs den gewifs ausgezeichneten Formeln von Winkler Zimmermann, wegen der vielen Abweichungen des G von seiner richtigen Lage, der Mannigfaltigkeit der angreife statischen Kräfte und der Unberechenbarkeit der dynami

ungen, nur die Eigenschaft von Vergleichswerten zu- kann und obwohl es bekannt ist, dafs es bei der Be- einer Schiene weniger darauf ankommt, einen Schienen- u verhindern, als darauf eine Schiene zu schaffen, die nug ist, den Betriebsdruck auf mehrere Stützen zu gen und möglichst geringe Durchbiegungen zu erleiden, tung, Schwelle und Befestigungsmittel in ruhiger Lage lten. Was bei der Anschaffung der Schiene t wird, wird mehrfach an Bahnunterhaltungs- ausgegeben.

er nicht nur die Unterhaltungskosten der Bahn werden eine zu schwache Schiene unverhältnismäfsig erhöht. issen auch die Nachteile richtig einschätzen, die der Betrieb durch einen Oberbau erleidet, dessen Schiene ttlerweile gestiegenen Anforderungen nicht mehr ge- ist; wie sehr der Zugförderungsdienst in der Ver- seiner Lokomotiven behindert ist, falls auf einer Strecke nur Maschinen fahren dürfen die kleine Achs- haben und doch viel leisten sollen, welche grofse Kosten kehrsdienst durch das Verbot der Beladung schwerer durch das Umladen zu schwerer Wagen und durch st unnötige Geschwindigkeitsverminderung verursacht Könnte man dies alles verläfslich erfassen, so würden vache Schienen trotz der grofsen Kosten eines Gleis- s rascher aus der Bahn entfernt werden, als dies gegen- geschieht.

e gefürchteten Mehrkosten einer schwereren Schiene und ner schwereren, als es die Berechnung ergibt, sind nicht chlaggebend als es allgemein angenommen wird: Von sten eines neuen Gleises, bestehend aus Schienen, en, Kleineisen und Schotterergänzung, machen die Kosten ene etwa ein Drittel aus. Würde man also anstatt einer die z. B. rechnungsgemäfs unter Zugrundelegung be- r Achsdrücke, Fahrgeschwindigkeit, Schwelleneinteilung ässiger Inanspruchnahme 40 kg schwer werden sollte, 20% schwerere Schiene, also eine überschwere Schiene kg einführen, so würde ein derartiges Gleis nur um % teurer zu stehen kommen.

ne schwere Schiene ist die beste Kapitals- der Eisenbahn. Die ruhige Lage des Gleises bringt nglichen Mehrkosten durch Ersparnisse bei der Gleis- tung in kürzester Zeit herein. Das Gleis kann auch icht voraus gesehenen Steigerung der Verkehrslasten r Fahrgeschwindigkeiten standhalten. Nach 15 bis en kann eine schwere Schiene noch in Nebengleisen et werden und wird die Schiene gänzlich unbrauchbar, mmt man am Ende ihrer Verwendungszeit noch etwa tel des ursprünglich aufgewendeten Kapitals durch den rialverkauf herein.

Die Schwelle und Schwelleneinteilung.

Holzschwelle sowie die Eisenschwelle haben im Laufe Formen erhalten, die sich bei den einzelnen Oberbau- nach dem Zweck des Gleises nur mehr in einzelnen en unterscheiden. Als Schwellenlängen für die Haupt- kommen seit 50 Jahren nur mehr die Länge von 2,4 m in Betracht. Damit soll aber nicht gesagt sein, bezug auf die Schwellenform und den Schwellenstoff lzustand erreicht worden ist: Die Versuche mit Beton- enbetonschwellen, die vielen Versuche die Schwellen ur Aufnahme der Befestigungsmittel zu gestalten, sowie uche mit elastischen Zwischenlagen aus Filz, Kork, usw. zur Schonung der Schwellen, sprechen für das il. Die Schwelle hat nicht nur die Schiene mittels stigungsmittel festzuhalten und den Druck der Ver- ten zu übernehmen, sie hat diesen Druck auch auf fähigen Untergrund zu übertragen und dazu bedarf es bei der gegenwärtigen Anordnung unseres Oberbaues, der Schotterbettung. Aus der Verwendung der Schotterbettung entstehen aber die bekannten Nachteile unseres Oberbaues, für die nicht so sehr die Form und der Stoff der Schwelle als die Gesamtanlage verantwortlich sind.

Die Schwellenentfernungen sind bereits sehr klein geworden. Der Oberbau mit Schiene 49 kg/m der deutschen Reichsbahn hat eine mittlere Schwellenentfernung von 65 cm, der Oberbau A der österreichischen Bundesbahnen hat einen mittleren Schwellenabstand von 67,5 cm. Leider sind mir die Schwellen und Schwelleneinteilungen der Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika nicht bekannt, die wie erwähnt mit Achsdrücken von über 30 t zu rechnen haben. Ich glaube wir können mit den Schwellenabständen, abgesehen von den Schwellen am Schienenstofse, kaum mehr wesentlich herab z. B. nicht mehr unter 60 cm gehen, ohne das ordentliche Unterstopfen der Schwellen unmöglich zu machen. Es mufs ja schliefslich zwischen den Schwellen eine Schottermenge von entsprechender Stärke verbleiben um den Verschiebungen des ganzen Gleises in der Längsrichtung genügend Widerstand zu bieten.

E. Die Befestigungsmittel und Unterlagsplatten.

Die Befestigungsmittel spielen für die Dauerhaftigkeit eines Gleises und für die Erhaltung der Gleislage die gröfste Rolle. Es kommen im wesentlichen nur vier Arten von Befestigungsmitteln in Betracht: bei der Holzschwelle die Schwellenschraube und der Schienennagel, bei der Holzschwelle mit getrennter Befestigung von Unterlagsplatte, Schiene und Schwelle noch die Fufsschraube und das Klemmplättchen. Bei der Eisenschwelle kommen nur Fufsschrauben und Klemmplättchen in Betracht.

Trotzdem es also nur vier Arten von Befestigungsmitteln gibt und trotzdem wir eine Erfahrung von über einem halben Jahrhundert hinter uns haben, hat jeder Oberbau seine eigene Befestigungsart und seine eigenen Befestigungsmittel, wobei jeder Konstrukteur glaubt das Beste gefunden zu haben. Das Problem ist eben unlösbar. Die vollkommen elastische und unter der unmittelbaren Einwirkung der Verkehrslasten schwingende Schiene mittelst verhältnismäfsig schwacher Schrauben und Plättchen mit den senkrecht zur Schiene gelagerten wenig elastischen, massigen, in der Schotterbettung ruhenden Schwellen fest zu verbinden, ist auf die Dauer unmöglich; der grofse Verschleifs an Befestigungsmitteln, die grofsen Kosten des fortwährenden Nachziehens der Schrauben und das trotzdem eintretende Wandern der Schienen auf den Schwellen geben Beweis dafür.

Die einzige Erfahrung, die sich bis nun durchgerungen hat, ist die, dafs die beste Befestigung von Schiene und Schwelle in der Verwendung geeigneter Unterlagsplatten besteht, die eine Trennung der Befestigung von Schiene, Unterlagsplatte und Schwelle ermöglicht. Beim Holzschwellenoberbau ist diese Befestigungsweise, die allerdings erhöhte Anforderungskosten bedingt, bei den wichtigsten Hauptbahnen mit Schnellzugsverkehr bereits allgemein eingeführt, sie ist aber auch bei weniger wichtigen Hauptbahnen und bei Nebenbahnen auf grofsen Neigungen und in scharfen Bögen unerläfslich, um eine gute Gleislage zu erhalten. Beim Eisenschwellenoberbau hat man sich zur getrennten Befestigungsweise noch nicht allgemein entschlossen.

F. Die Bettung.

Die Schotterbettung ist nur wegen der dynamischen Einwirkungen des fahrenden Zuges notwendig. Ist die Fahrgeschwindigkeit und auch die Verkehrslast sehr gering wie z. B. bei Strafsenbahnen, so kann man die Schiene unmittelbar in den festen Untergrund einbetten, es hat dies sogar den Vorteil einer vollkommen glatten, unverrückbaren Bahn. Selbst die gröfsten Lasten können bei Verwendung entsprechender

Schienen auf starr eingebauter Bahn befördert werden, wenn nur die Geschwindigkeit klein genug ist; die Hafengleise geben ein Beispiel hierfür.

Von einer gewissen Geschwindigkeit an mufs aber der Oberbau elastisch wirken können, andernfalls »fährt er sich hart, d. h. er verarbeitet die Stofsdrücke der Verkehrslasten nicht elastisch, sondern in bleibenden Formänderungen*)«. Es darf also die Schiene nicht mehr fest eingebettet sein, sondern sie mufs auf Stützen ruhen, um ungehindert elastisch wirksam sein zu können und es müssen die Stützen selbst elastisch nachgeben: diese letztere Aufgabe soll das Schotterbett erfüllen, dem überdies noch die Aufgabe einer gleichmäfsigen Druckverteilung auf den Untergrund zukommt.

Mit der Einführung der Schotterbettung in den Oberbau — sie reicht in die Anfangszeit der Eisenbahnen zurück — sind aber, wie erwähnt, alle jene Nachteile in den Eisenbahnoberbau gelangt, die sich aus der ungleich hohen Lage der Stützen, der geringen Widerstandskraft gegen seitliche und Längsverschiebungen, aus den Frosteinwirkungen und aus dem starken Verschleifs von Befestigungsmitteln und Schwellen ergeben.

Man nimmt von der Bettung an, dafs sie innerhalb gewisser Grenzen als ein elastischer Körper wirke, die ganze Berechnung des Oberbaus ist darauf aufgebaut. Der Bettungsdruck, das ist der von der Bettung auf die Flächeneinheit der Schienenunterlage ausgeübte Gegendruck wird nach Winkler und Zimmermann als proportional der Stützensenkung y angenommen,

$$p = C \cdot y.$$

C ist die Bettungsziffer, sie ist von der Beschaffenheit der Bettung und des Untergrundes abhängig. C wird von Zimmermann für ungünstige Fälle mit 3, bei sehr guter Bettung und festem Untergrund mit 8 in Rechnung gestellt. Von anderen Forschern wurden höhere Werte, bis $C = 15$ als zutreffend erkannt.

Die Grenzen, innerhalb welcher das Schotterbett als elastisch wirkend angenommen werden kann, dürften wohl sehr enge gezogen sein. Zimmermann**) selbst schreibt: »Die Richtigkeit oder den Näherungsgrad dieser Gleichung ($p = C \cdot y$) durch unmittelbare Messungen zu erproben, würde schwierig sein. Man hat deshalb bis jetzt die gute Übereinstimmung, die sich zwischen den aus der Gleichung auf theoretischem Wege gefolgerten und den gemessenen Formänderungen verschiedener Arten von Oberbau ergeben hat, als ausreichende Bestätigung der Zulässigkeit der in Rede stehenden Annahme und der ihr entsprechenden, als Ausgangspunkt für alle Oberbauberechnungen dienenden Gleichung gelten lassen.« Bräuning schreibt hierüber***):

„Von den Schwellen wird der Druck weiter an das Gleisbett und den tieferen Untergrund abgegeben. Das Gleisbett als nicht einheitlicher und nicht fest gefügter Körper kann keine Zugspannungen aufnehmen, Druckspannungen aber nur unter Mithilfe der inneren Reibungswiderstände. Sobald diese überwunden sind, verschiebt sich das lose Gefüge, die Grenze der Tragfähigkeit ist erreicht. Bis zu dieser Grenze besitzt indessen die festgelagerte Bettung elastische Eigenschaften ähnlich denen eines einheitlichen, gedrückten Körpers.“

Ich bin der Anschauung, dafs das elastische Verhalten des Schotterbettes nur so lange währt, als die Schwellen gut unterstopft sind. Die Übereinstimmung der Gleichung mit den gemessenen Formänderungen spricht nicht dagegen, da Beobachtungen immer nur an einem gut erhaltenen Gleis durchgeführt werden. Sind einzelne Schwellen nicht mehr genügend unterstopft — was im Betrieb sehr häufig vorkommt — so mufs deswegen die Höhenlage des Gleises nicht gleich verloren gehen, die Schiene stützt sich auf die verbleibenden Stützpunkte, das Gleis erscheint noch immer elastisch elastische Wirkung geht aber nicht mehr vom Untergrun der Schwelle, sondern fast nur mehr von der Schiene aus, die hierbei allerdings höher beansprucht wird. D wegungen schlecht unterstopfter Schwellen rühren nicht von den elastischen Wirkungen der Bettung, sondern her, dafs sie an die elastische Schiene mehr oder w fest angehängt, deren Bewegungen mitmachen. Ist Was Gleisbett, so wirken solche Schwellen wie Schlammp Sind die Befestigungsmittel lose, so heben sich die Sc von den niedergedrückten Schwellen überhaupt ab. verständlich gibt aber auch eine niedergedrückte Schwe Einwirkung gröfserer Verkehrslasten immer noch einen ge Stützpunkt.

Den fast unmöglichen Anforderungen, die man Bettung stellt: das Schottergefüge soll elastisch wirke doch wieder den lotrechten, seitlichen und längswirk Kräften ausreichend Widerstand bieten, es soll aufserd Last gleichmäfsig auf den Untergrund übertragen, v man durch Verwendung bester Stoffe, Verbesserung des grunds, durch Vergröfserung der Bettung und in neuer auch durch Walzen und Stampfen der Bettung sowie Verwendung von Eisenbetonrosten zu entsprechen.

Über das gegenwärtige Ausmafs der Schotte tung verschiedener ausländischer Bahnen gibt eine Mitteil Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang Aufschlufs, die der Fachschrift »Le Genie Civil« entnomme

„Seit der ersten Feststellung der Schotterstärke von unter Schienenauflagfläche sind die Verkehrslasten derart gew dafs die Schotterstärke diesen Lasten nicht mehr entspri dafs diese nicht mehr genügt, um eine gleichmäfsige Lastüber zu ermöglichen. Auf dem Kongrefs zu Rom 1922 hat sich streben gezeigt, die Stärke des Schotterbettes zu vergröfsern

In den Vereinigten Staaten hat man folgende Leitsätze aufgestellt:

1. Wenn die Bahnplanie aus Stoffen z. B. Ton best unter dem Einflufs der dynamischen Lasten ihre Form änd mufs die Schotterstärke unter den Schwellen mindestens gle Achsabstand der Schwellen sein.

2. Bei gutem Untergrund ist die Stärke des Schotter den Schwellen mindestens 30 cm.

In Frankreich hat man auf drei Netzen, der Staatsba Südbahn und der Ostbahn neue Anordnungen des Schott studiert. Im ersteren Netz hat man in Gleisbögen an den schienen eine Stärke von 25 cm unter Schwellenunterkante, Südbahn beträgt die Mindeststärke 53 cm unter Schwellenob und zwar ist eine obere Krampschicht von 32 cm und eine Schicht von 21 cm vorhanden, letztere Schicht kann auch au Schotter bestehen. Bei der Ostbahn ist die Mindeststärk Schwellenoberkante 50 cm, wobei gleichfalls eine Krampschi 30 cm und eine untere Schicht vorgesehen ist. Die franz Chefingenieure haben folgende Leitsätze herausgegeben: B bauten Mindeststärke 50 cm, nicht inbegriffen die Zwisch bei schlechtem Untergrund. Bei Umbauten auf altem Planum

Das Walzen oder Stampfen der ganzen Bettung Schwellenunterkante, wie es gegenwärtig bei einigen de Bahnen versucht wird, scheint wohl kein geeignetes Mi Verbesserung des Gleisgefüges und der Gleisunterhalt sein. Wenn auch damit zweifellos eine gröfsere Wide fähigkeit gegen lotrechte Kräfte erreicht wird, so dürfte die Widerstandsfähigkeit des Gleises gegen seitliche und Längsverschiebungen eingeschränkt werden, besonders w enger Schwellenlage die Schotterkoffer zwischen den Sc klein werden. Es besteht die Befürchtung, dafs das Gl einer glatten Bahn noch mehr gleitet als bisher.

Über die Längsverschiebungen des Gleises im Scho und zwar die Längsverschiebungen des ganzen Gleises sa

*) Saller, Organ 1925, Heft 6.
**) Handbuch der Ing.-Wissenschaften 1906, Der Eisenbahnbau.
***) Bräuning. Die Grundlagen des Gleisbaues.

*) Le Génie Civil 1923, Heft 22.

llen und die Längsverschiebungen der Schienen allein Mitnahme einzelner besonders gut befestigter Schwellen, mlich der Stofsschwellen, wurde in der Literatur des n berichtet. Ich selbst habe vor 20 Jahren an der neu- en Wocheinerbahn nächst Triest eingehende Beobachtungen die Verschiebungen der Gleise auf einer Steilrampe von angestellt, die ich in der Zeitschrift des Österreichischen ieur- und Architektenvereins veröffentlichte*). Später og ich das ganze Problem der Längsverschiebung einer enden Erörterung sowohl vom theoretischen wie vom schen Standpunkte und unterzog die zur Verhinderung hienenwanderung üblichen Mittel einer eingehenden Kritik. ser Abhandlung**) sprach ich mich für die — damals wenig durchgeführte — Trennung der Befestigung von ie und Unterlagsplatte und von Unterlagsplatte und Schwelle ehnte aber die damals stark üblich gewesene Anhängung chwellen, die den Stofsschwellen benachbart sind, an die die Einklinkungen der Laschen festgehaltenen Stofs- llen, entschieden ab. Ebenso sprach ich mich gegen das vereinzelt vorgekommene Einrammen von Pfählen vor chwellen aus, das die Absicht verfolgte, die Verschiebung Schwellen zu verhindern.

ch schlofs meine damaligen Ausführungen mit folgenden en, die ich auch heute aufrechthalten kann:

»Auf Kosten der Elastizität des Gleises soll e Verstärkung durchgeführt werden. Ein stischer Oberbau verursacht hartes Fahren, vergrölsert eanspruchung der Fahrbetriebsmittel und birgt schon im ge den Keim rascher Abnützung und Zerstörung in sich.«

Das Gleis auf Federn und festen Stützen.

I. Der Vorschlag.

Ich mache den Vorschlag, zwischen Schienen und enenunterlagen (Stützen) wirkliche Federn egen, also das Gleis auf Federn zu lagern, die enenstützen selbst aber, ohne Verwendung r Schotterbettung, fest und unverrückbar ustellen und sie derart zur Aufnahme der enen auszugestalten, dafs das Gleis nur in echter Richtung elastisch nachgeben kann, rkräften gegenüber aber vollständig unnach- ig ist und in der Längsrichtung nur die durch Wärmespannung hervorgerufenen Längen- erungen zuläfst. Vom bekannten Oberbau auf Schwellen nur die Schienen (Breitfufsschienen), allenfalls auch die nenstofslaschen übernommen werden.

Zu diesem Zweck sollen die Schienenstützen bzw. die mit fest verbundenen Unterlagsplatten, die die Federn und chienen unmittelbar aufzunehmen haben, den Schienenfufs t umfassen, dafs ein seitliches Ausweichen der Schienen glich erscheint, die lotrechten elastischen Bewegungen der nen, sowie die kleinen zulässigen Längsbewegungen dagegen indert vor sich gehen können. Aufserdem sollen die Schienen ähr in Schienenmitte an den Schienenstützen derart ver- t werden, dafs sie wohl die sich aus der Federung er- den lotrechten Bewegungen vollziehen können, dafs sie allen Längskräften und Querkräften ohne Lageänderung halten. Die Längenänderungen der Schiene, die sich aus Wärmeänderung ergeben, können sich von der festgehaltenen nenmitte nach beiden Schienenenden auswirken. Zur Ver- rung des Kantens der Schienen und zur Erhaltung der veite sollen die beiden gegenüberliegenden Schienen mit neten Querverbindungen verbunden werden.

*) Wirth, Zeitschrift des Österr. Ing.- u. Arch.-Vereins, Jahrg. Nr. 39.

*) Desgl. „Die Schienenwanderung und ihre Verhütung". Zeit- t des Österr. Ing.- u. Arch.-Vereins, Jahrg. 1909, Nr. 20 u. 21.

II. Theoretische Voraussetzungen.

Bevor ich die Bedingungen aufstelle, denen ein solches Gleis meiner Ansicht nach entsprechen müfste, mufs ich folgendes vorausschicken.

Ich werde absichtlich sehr viel auf die vorhandene reiche Fachliteratur, soweit sie mir bekannt ist, hinweisen und absichtlich ganze Stellen ungekürzt aus den Werken und Veröffentlichungen anerkannter Fachgelehrter und Forscher anführen. Ich tue dies nicht nur, um der Kritik die Wege zur Beurteilung zu erleichtern, sondern auch um mich persönlich vor einer Selbsttäuschung zu bewahren, da jemand, der einen Gedanken verficht, nur zu leicht in den Fehler verfällt, die Voraussetzung so zu sehen, wie sie ihm passend erscheint.

Sehr oft werde ich auf die grundlegenden Versuche hinweisen, die Wasiutynski*), Direktionsingenieur der Warschau-Wiener-Eisenbahn vor etwa 30 Jahren an dieser Bahn nächst Warschau, und die Ast**), Baudirektor der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn ein Jahr vorher bei Gänserndorf nächst Wien anstellten. Ast hat zum erstenmale die photographische Kammer mit einer lichtempfindlichen Platte, die durch ein Uhrwerk mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit bewegt wird, angewendet; er hat anstatt eines Hebels den Lichtstrahl benützt, der die lotrechten Bewegungen in dreifacher Gröfse aufzeichnete. Wasiutynski hat die Vorrichtung für seine Versuche noch vervollkommt. Beide Forscher haben auf die vorhergegangenen Beobachtungen, die Flamache auf den belgischen Staatseisenbahnen 1887 und die Couard auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn 1887 anstellte, aufgebaut und durch unmittelbare Beobachtungen nicht nur eine Nachprüfung der auf theoretischem Wege von Winkler, Schwedler und Zimmermann gewonnenen Ergebnisse ermöglicht, sondern auch zuverlässige und unmittelbar anwendbare Werte geliefert, die heute noch nichts von ihrer Gültigkeit eingebüfst haben. Es ist nicht zu verwundern, dafs die Zeit der grofsen Versuche am Oberbau mit den genialen Untersuchungen Asts und Wasiutynskis einen gewissen Abschlufs fand: es sind damals alle Fragen, die den Oberbau betreffen, mit einziger Ausnahme der Frage der dynamischen Einwirkung, geklärt worden und das Gleis von damals war im allgemeinen das Gleis von heute, da wir in der Entwicklung stehen geblieben sind. Wasiutynski stellte seine Untersuchungen an verschiedenen Oberbauarten an, darunter einer solchen mit Schienen von 38 kg/m, Holzquerschwellen von 2,7 m Länge und einem Abstand der mittleren Schwellen von 0,85 m unter einer Lokomotive von 12,3 t Achsdruck. Ast als Berichterstatter des Eisenbahnkongresses berichtet, dafs im Jahre 1898 die Gotthardbahn auf ihren Hauptstrecken einen Oberbau mit Schienen von 46 kg und 0,81 m gröfstem Schwellenabstand, die Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn einen solchen mit Schienen von 48 kg und 0,73 m Schwellenabstand, die französische Nordbahn mit Schienen von 45 kg und 0,80 m Schwellenabstand, die belgischen Staatsbahnen sogar mit Schienen von 52 kg/m bei einem Schwellenabstand von 0,80 m im Betrieb hatten. Die gröfsten Achsdrücke dieser Bahnen und die gröfsten Achsdrücke überhaupt waren 15,0 t, 15,27 t, 15,2 und 15,0 t. Die Fahrgeschwindigkeiten der schnellsten Züge waren 80 km/Std., ausnahmsweise waren auch 90 km zulässig. Geändert hat sich seit damals also nicht das Gleis, wenigstens nicht wesentlich, geändert haben sich aber die angreifenden Kräfte, da der Achsdruck mittlerweile von 15,2 t auf 20 t gestiegen ist und noch auf 25 t steigen soll. Damals konnte Ast mit Recht berichten, dafs die Eisenbahnverwaltungen ihren Oberbau als den derzeitigen Anforderungen entsprechend befunden haben.

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1899.

**) Desgl. Jahrgang 1898, Ergänzungsband.

A. Der Stützendruck.

Der Stützendruck setzt sich aus dem statischen Druck der Verkehrslasten, also aus den Einwirkungen der Ruhelasten und aus den aus der Bewegung der Verkehrslasten entstehenden dynamischen Einwirkungen zusammen, welch letztere meist in Form einer »Stofsziffer« zu den statischen Drücken zugeschlagen werden.

1. Der statische Stützendruck.

Der statische Stützendruck ist nicht gleich dem gröfsten Raddruck der Verkehrslast, er ist kleiner als dieser. Er würde dem gröfsten Raddruck gleich sein, wenn gleichzeitig auf jede Stütze ein Rad zu stehen käme, dies ist aber bei der heute üblichen Stützenentfernung gänzlich ausgeschlossen. Im ersten Abschnitt habe ich die Achsentfernungen einiger der schwersten Lokomotiven Europas und Amerikas angegeben; es ist daraus zu ersehen, dafs erst bei einem Abstand der Stützen von 90 cm auf jede zweite Stütze eine schwere Radlast fallen kann, da die engste Radstellung 1,80 m beträgt. Der für die Berechnung des Oberbaues und der Brücken vorgesehene Lastenzug N der Deutschen Reichsbahn schreibt jedoch einen Abstand der 25 t/Lasten von 1,6 m vor, der Lastenzug E enthält 20 t/Lasten im Abstand von 1,5 m. Hält man daher an einem Höchstabstand der Stützen von 75 cm fest, so kann auch im Sinne der genannten Vorschrift im ungünstigsten Falle nur jede zweite Stütze der unmittelbaren Lasteinwirkung ausgesetzt sein.

Auch die Formeln für die Berechnung der Biegemomente in den Schienen setzen keine engere Laststellung voraus. Winkler geht von einem Lastenzug mit einer Last in jedem zweiten Felde aus. Zimmermann legt den Belastungsfall zugrunde, dafs eine Einzellast auf ein kurzes auf vier Schwellen liegendes Schienenstück wirkt.

Für die Berechnung der Stützendrücke wendet man allgemein die Formeln von Hoffmann und Schwedler an.

Die Formel von Hoffmann ist auf die in Abb. 7 dargestellte Laststellung aufgebaut, es ist bei gleichen Stützenabständen a, die Laststellung 2a, also jedes zweites Feld belastet.

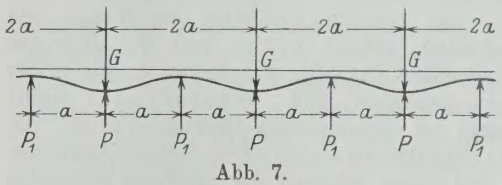


Abb. 7.

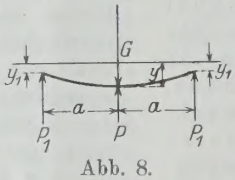


Abb. 8.

$$P = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} \cdot G.$$

Schwedler hingegen nimmt bei seiner Berechnung an, dafs sich nur eine Last auf der Schiene und zwar über einer Mittelstütze befindet und nimmt weiter die Schiene als einen auf drei elastischen Stützen liegenden Träger an (Abb. 8).

$$P = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} \cdot G.$$

in beiden Formeln ist $\gamma = \frac{B}{D}$, wobei $B = \frac{6 \cdot E \cdot J}{a^3}$ die Last ist, die in der Mitte eines auf zwei unbeweglichen Stützen frei aufliegenden Schienenstückes bei einer Stützweite, die dem zweifachen Mittenabstande der Schwellen, also 2a gleich ist, eine Durchbiegung von 1 cm bewirkt. B ist somit von der Schiene und der Stützweite abhängig, E ist die Elastizitätsziffer, J das Trägheitsmoment der Schiene. E . J stellt die Steifigkeit der Schiene dar. D ist jene Last, welche im Schienenauflager auf die Stütze wirkend, eine Senkung der Stütze um 1 cm verursacht.

Bei der Querschwelle als Stütze wird die Senkung, wie bereits dargelegt, innerhalb gewisser Grenzen als proportional der Last angenommen. Diese Annahme ist auch den Fo von Hoffmann und Schwedler zugrunde gelegt. die Bettungsziffer, b die Schwellenbreite und $2l$ die Schw länge, so ist D nach einer Schätzung von Ast:

bei teilweise gestopfter Schwelle bis zur Schwellenläng
$2l = 230$ cm . . . . $D = 0{,}68 \cdot C \cdot b \cdot l$
desgleichen bei
$2l = 250$ cm . . . . $D = 0{,}76 \cdot C \cdot b \cdot l$
desgleichen bei
$2l = 270$ cm . . . . $D = 0{,}80 \cdot C \cdot b \cdot l$

Bei Stopfung der ganzen Schwelle wird $D = 0{,}92 \cdot C$ Wasiutynski hat durch direkte Messungen $D = 0{,}85 \cdot C$ gefunden.

Für den Oberbau mit der Schiene von 49 kg/m Deutschen Reichsbahn wäre bei $J = 1800$ cm^4, $a = 65$ cm $E = 2\,000\,000$ kg/cm^2

$$B = \frac{6 \cdot E \cdot J}{a^3} = 79 \text{ t.}$$

Für die Schwelle mit $2l = 250$ cm und $b = 26$ cm D etwa

$$D = 0{,}80 \cdot C \cdot b \cdot l = 2600 \cdot C$$

für $C = 3$ $D = 7{,}8$ t $\gamma = \frac{B}{D} = \frac{79}{7{,}8} = 10{,}1$

$C = 8$ $D = 20{,}8$ t $\gamma = \frac{B}{D} = \frac{79}{20{,}8} = 3{,}8$

somit nach der Formel von Hoffmann

$$P_3 = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} \cdot G = 0{,}50 \cdot G$$

$$P_8 = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} \cdot G = 0{,}52 \cdot G$$

nach Schwedler

$$P_3 = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} \cdot G = 0{,}38 \cdot G$$

$$P_8 = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} \cdot G = 0{,}43 \cdot G.$$

Wasiutynski hat an fünf Oberbauarten d direkte Messung der Senkungen der Schienen Schwellen, ohne Anwendung der Formeln von H mann oder Schwedler, als Mittelwert

$$P = 0{,}42 \cdot G$$

gefunden, der ungefähr dem Mittelwert der For von Hoffmann und Schwedler entspricht.

Die Werte von $\frac{P}{G}$ steigen nach der Hoffmanns Formel von $\gamma = 0$ bis $\gamma = 1{,}5$ steil an, verändern sich sehr wenig; die der Schwedlerformel steigen bis $\gamma =$ weniger steil an, behalten aber dann ihre aufsteigende Rich bei. Für $\gamma = 1{,}5$ haben beide Formeln den Wert $P = 0{,}5$ Der Grenzwert $\gamma = 0$ würde feste Stützen ($C = \infty$ e $D = \infty$) bedeuten, dann wäre in beiden Formeln $P = G$, der Stützendruck dem Achsdruck der Verkehrslast gleich.

Es empfiehlt sich, mit dem ungünstigsten Wert von $\gamma =$ zu rechnen, da γ nicht nur von D, sondern auch von B hängt und bei einer schwächeren Schiene oder einem gröfs Schwellenabstand nahe an 1,5 herankommt.

Ich rechne somit mit einem statischen Stützendruck

$P = 0{,}54\ G.$

2. Der dynamische Stützendruck.

Der dynamische Einfluſs geht sowohl vom Fahrz wie von der Fahrbahn aus.

Die rasch bewegten Massen der Fahrzeuge, besonders der Lokomotiven, unrunde Räder usw. drücken meist stofsa auf die Fahrbahn, diese selbst gibt durch jede Abweich von der Geraden und durch jede Unstetigkeit Anlafs zu n Stofswirkungen und zu schwingenden Bewegungen, die in i

sehr schwer und nur annäherungsweise zu erfassen sind. llem sind die grofsen Unstetigkeiten der Fahrbahn, wie i dem im Schotterbett liegenden Gleis unvermeidlich sind, letzterem wieder die Schienenstofslücken die Hauptursache chlagwirkung auf das Gleis.

)r. Ing. Saller hat die dynamischen Einwirkungen be- Lasten eingehenden Studien unterzogen. Ich führe für die vorliegende Untersuchung wichtige Stellen der m im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens enenen Abhandlungen an. Die eine behandelt vornehmlich der Schiene auftretenden Spannungen*).

Man ist gewohnt, die Formänderungen der Tragwerke und des ues unter bewegten Verkehrslasten für Ruhestellungen zu nen, sie sind aber Schwingungen und geneigt, von denen unter er Last bedeutend abzuweichen. Sie stehen unter dem Einflusse it und können unter denen der Ruhe bleiben, wenn die Gedigkeit der Last nicht genügend Zeit zur Entwicklung der nderungen läfst; sie können andererseits bei genügender Zeit erte der Ruhe weit überschreiten. Mit der Betonung der Einder Bewegung soll die überragende Bedeutung der Berechnung hezustände nicht in Zweifel gezogen werden; die Dynamik st selbst nicht in der Lage, aus eigenem Ergebnisse zu erdie über die tatsächlich nötigen Abmessungen von Tragwerken, u und dergl. Aufschlufs geben; sie kann uns nur über die er aufserordentlich grofsen Zuschläge unterrichten, mit denen vegten Lasten in die Gleichgewichtsberechnungen einzuführen

ie Beobachtungen, wie weit die durch bewegte Lasten am u hervorgerufenen Beanspruchungen bei verschiedenen Gedigkeiten über die der Ruhe hinausgehen, stimmen nicht durchberein. Während Wasiutynski beobachtete, dafs die ngen bis zu etwa 64 km/Std. Geschwindigkeit unveränderlich 0% über die der Ruhe hinausgehen, fand Dudley ein An- schon von einer weit geringeren Geschwindigkeit und ein gen zu weit höheren Werten.

ch Flamache ist die Formänderung bei geringer Geschwindigr wenig von der der Ruhe verschieden; sie steigt indes rasch, gefähr 80 km/Std. um 100% und nimmt über dieser Grenze ab. Verschiedene kühne Amerikaner sollen nach Flamache nnehmen, dafs sich die Schienen bei sehr grofser Geschwindigkeit ipt nicht mehr durchbiegen.

an scheint darüber einig zu sein, dafs die gröfsten Beanngen des Gleises bei hohen Geschwindigkeiten auftreten. Bettung dagegen will man die Beobachtung gemacht haben, e Eindrücke bei grofsen Geschwindigkeiten kleiner sind als ingen".

ber die Senkungen der Schwellen bei bewegter Last t Dr. Saller**):

. . . . . Nach Wasiutynski wurden bei Versuchen an der au-Wiener-Bahn an den mittleren Schwellen bei V = 8 bis 70, el 43 km/Std., in den auf 1 t Radlast bezogenen Senkungen wellen keine Unterschiede bemerkt, die ausschliefslich auf chwindigkeiten der Züge zurückzuführen waren. Die Wirkung wegung der Lasten hat in den oben angegebenen Grenzen schwindigkeit keinen wesentlichen Einfluls auf die Senkung wellen, also auch der Schiene über den Schwellen. Nach ntungen von Ferry sind die dynamischen Durchbiegungen erschwellen unter bewegten Lasten nicht gröfser als unter n. Cuenot selbst beobachtete sogar, dafs sie 10 bis 20% r sind. Nach Beobachtungen von Häntzschel und Couard die Senkung der Schwellen mit wachsender Geschwindigkeit ondern wird eher kleiner. Nur bei den Schnellfahrversuchen elde—Zossen soll die Verdrückung der Schiene, zusammenaus der Durchbiegung der Schiene und dem Niedergehen der e bis 145 km/Std. mit der Fahrgeschwindigkeit zugenommen

seiner Abhandlung »Eiserne Brücken unter bewegter schreibt Dr. Saller mit Recht:

Eine besondere Rolle spielen die Wirkungen der beweglichen an eisernen Bahnbrücken. Gerade hier empfindet man es längst als besonderen Rückstand, dafs die dynamischen Einflüsse in hohen Prozentzahlen roh geschätzt werden müssen, während anderseits die statischen Belange bis ins Kleinste abgewogen werden können".

Wollen wir daraus festhalten, dafs die rasch bewegten Massen Schienensenkungen hervorrufen können, die wesentlich gröfser als die des Ruhezustandes sind und zwar nach Ansicht eines Forschers bis auf die der doppelten Ruhelasten steigen können, dafs aber die Stützendrücke (gekennzeichnet durch die Senkungen der Schwellen) bei grofsen Geschwindigkeiten nicht wesentlich ansteigen.

Von den amtlichen Verordnungen haben die Brückenverordnungen seit jeher zur Erhöhung der Lastdrücke durch die dynamische Einwirkung Stellung nehmen müssen, weil man bei der Berechnung so grofser Bauwerke, die überdies für eine lange Reihe von Jahren bestimmt sind, dem Konstrukteur feste Berechnungsgrundlagen geben mufs.

Die bereits erwähnte Deutsche Brückenverordnung vom Jahre 1925 »Vorschriften für Eisenbauwerke« schreibt unter Einführung einer »Stofszahl« folgendes vor:

»Die von den senkrechten Teilkräften der Eisenbahnverkehrslast und den wagrechten Fliehkräften hervorgerufenen Momente, Querkräfte und Stabkräfte der Fahrbahn- und Hauptträger sind je nach der Stützweite und der Fahrbahnausbildung mit einer in der Tafel angegebenen Stofszahl φ zu multiplizieren.«

Auszugsweise enthält die Tafel folgendes:

Stofszahl φ bei Brücken			
Stützweite bis	mit Schienen unmittelbar oder mit Unterlagsplatten auf den Haupt-, Quer- oder Längsträgern	mit Schwellen auf Haupt- oder Längsträgern	mit durchgehender Bettung
m	$\varphi = 1{,}20 + \frac{17}{l+28}$	$\varphi = 1{,}19 + \frac{21}{l+46}$	$\varphi = 1{,}11 + \frac{56}{l+144}$
0	1,80	1,65	1,50
2	1,77	1,63	1,49
4	1,73	1,61	1,49
6	1,70	1,59	1,48
8	1,67	1,58	1,48
10	1,65	1,57	1,48
20	1,55	1,51	1,45
30	1,49	1,47	1,43
40	1,45	1,43	1,41
50	1,42	1,41	1,40
60		1,39	
70		1,37	
—		—	
—		—	
≥ 150		1,30	

Wichtig ist die Berücksichtigung der Art der elastischen Lagerung des Gleises auf der Brücke durch die Verordnung, auf die ich später noch zurückkommen werde. Da die Stofsziffer der Brückenverordnung nicht die Berechnung der Schiene, sondern nur die Berechnung der Brücke, für die allein der Stützendruck mafsgebend ist, im Auge haben kann, kann die Stofszahl für die kleinstmögliche Stützweite bei Lagerung auf durchgehender Bettung mit

$$\varphi = 1{,}5$$

als zutreffend angenommen werden. Die dynamische Einwirkung auf den Stützendruck wäre somit mit 1,5 der Ruhelast anzunehmen.

*) Dr. Saller, Organ f. d. F. d. E., 1916, S. 211.
**) Dr. Saller, Organ f. d. F. d. E., 1917, S. 155.

Hieraus folgt der durch Ruhelasten und Verkehrslasten hervorgerufene Stützendruck

$$P = 0{,}54 \,.\, 1{,}5 \,.\, G = 0{,}8 \,.\, G.$$

Für den Raddruck von $\frac{25}{2}$ t

$$\text{ist } P = 0{,}8 \,.\, 12{,}5 = 10 \text{ t}$$

der unter gewöhnlichen Verhältnissen zu berücksichtigende gröfste Druck auf die Schienenstütze.

B. Die Elastizität des Gleises.

Die Elastizität des Gleises setzt sich beim Querschwellenoberbau aus der Elastizität der Schiene, der Befestigungsmittel, der Schwelle und des Schotterbettes einschliefslich des Untergrundes zusammen.

Es entsteht die Frage, welcher Grad an Elastizität ist erwünscht? Ist sie zu gering, so entsteht — wie bereits erwähnt — ein hartes Fahren, Stofswirkungen und Überbeanspruchungen der Fahrbetriebsmittel wie der Fahrbahn sind die Folge. Ist das Gleis zu elastisch d. h. sind die Stützen zu nachgiebig, so besteht die Gefahr, dafs das tiefeinsinkende führende Rad der Lokomotive das Gleis wellenförmig einbiegt und hierdurch grofse Widerstände findet. Im Querschwellenoberbau hat ein zu elastisches Gleis noch das leichte Lockern der Schienenbefestigungsmittel zur Folge.

Ich hatte von allem Anfang an, bevor ich mich noch mit der einschlägigen Literatur eingehender beschäftigte und so die Meinungen der Forschung kennen lernte, allein aus eigenen Beobachtungen und Betriebserfahrungen das Empfinden, dafs Stützensenkungen von nur 1 bis 2 mm ein zu unelastisches Fahren ergeben würden und dafs anderseits die oberste Grenze der Einsenkung zwischen 4 und 5 mm liegen müfste. Ich halte eine derartige Elastizität für wünschenswert, die unter den schwersten Lasten und unter Berücksichtigung der dynamischen Einwirkung eine Stützensenkung von 3 bis 4 mm ergibt.

Ich glaube, die Literatur gibt mir hierin nicht unrecht, vor allem, wenn ich daran erinnere, dafs die bisherige Forschung nur den Querschwellenoberbau mit Schotterbettung in Betracht ziehen konnte.

Im bereits erwähnten ausgezeichneten Buche von Dr. Karl Bräuning »Die Grundlagen des Gleisbaues*)« ist über die Elastizität des Gleises folgende Stelle enthalten:

„Die elastische Senkung des ganzen Gleises setzt sich zusammen aus dem elastischen Zusammenpressen des Gleisbettes und der Schwelle und dem Verschwinden von Hohlräumen zwischen Schiene, Schwelle und Bettung. Wie erwähnt, betrug die beobachtete elastische Zusammenpressung kieferner Schwellen unter einer Radlast von 6,8 t zwischen 0,6 und 1,8 mm. Als elastische Senkung des Kiesbettes nebst Untergrund wurde gleichzeitig 0,5 bis 1,2 mm gefunden. Das würde im festverbundenen und festgelagerten Gleis eine Gesamtsenkung von durchschnittlich etwa 2 mm ergeben. Die tatsächliche Senkung des ganzen Gleises unter gleicher Last wurde von Wasiutynski zu 2,2 bis 3 mm ermittelt, vom Verfasser im festverbundenen und gutgelagerten Gleis zu 1 bis 2,3 mm, im alten genagelten Gleis mit kiefernen Schwellen zu 1,5 bis 4,8 mm. Diese gröfseren Senkungen sind auf Hohlräume unter den Schienen oder Schwellen zurückzuführen. Durch feste Gleisverbindungen werden zwar die Hohlräume zwischen Schiene und Schwelle nahezu beseitigt, zwischen Schwelle und Bettung indessen vergröfsert..... Unter eisernen Schwellen werden Hohlräume bis 2 mm beobachtet.

In statischer Hinsicht macht sich das Mafs der elastischen Gleissenkung nach Zimmermann dahin geltend, dafs der Schienendruck auf den Schwellen und der Bettungsdruck mit wachsender Nachgiebigkeit der Bettung abnimmt, das Biegemoment der Schiene und Schwelle aber zunimmt. An den Stofsknicken erleidet die Gleissenkung der Ruhelage einen Zuwachs, der sich bei den oben beschriebenen Versuchen zwischen 50 und 100 % bewegte. Den gleichen Zuwachs fand Wasiutynski bei seinen Beobachtungen. Ast schätzt den ganzen Zuwachs durch dynamische Angriffe bis auf Flamache und Dudley bis etwa 100 %. Dafs das Zuwac hältnis mit dem Elastizitätsgrade des Gleises nach bestimmte setzen wechseln sollte, war aus den bisherigen Beobachtungen zu ersehen. Auch nach den sonstigen Erfahrungen liegt kein vor, die Elastizität des Gleises, die bei der jetzigen Bauart 2 bis 3 mm beträgt, zu vergröfsern und die Stofswirkungen schwächen, zumal hiermit anderseits Nachteile, nämlich leic Lockern des Gleisgefüges und Längsschübe durch stärkere W bildungen verbunden sein würden. Saller empfiehlt mäfsig gleichförmige Elastizität des Gleises, wenn er auch vom theoretischen Standpunkt ein gröfseres Mafs für nützlich hä

*) Dr. Bräuning „Die Grundlagen des Gleisbaues", Berlin 1920.

Wollen wir daraus festhalten, dafs Bräuning eine elas Senkung der Schwellen von 2 bis 3 mm für angemessen Saller dagegen vom »rein theoretischen Standpunkt gröfseres Mafs für nützlich erachtet. Ich glaube, dafs Bräu auch nicht gegen eine mäfsige Erhöhung der Elastizität wenn er als Praktiker nicht die Nachteile vor sich sehen die sich aus der Art der üblichen Gleisverbindung beim schwellenoberbau ergeben. Übrigens hatte Bräuning kaum eine Verkehrslast von 25 t vor Augen — die Ve Wasiutynskis wurden mit einer Lokomotive durchge deren gröfster Achsdruck 12,3 t betrug — so dafs eine Stützensenkung auf das von mir bereits angegebene Ma 3 bis 4 mm unter den gröfsten Lasten kaum im Widerspruc Dr. Saller und auch nicht mit Dr. Bräuning stehen

C. Die Berechnung der Feder.

Um zu erfahren, ob es eine Feder gibt, die der Bedi entsprechen würde, unter der gröfsten Verkehrslast ein sammendrückung von höchstens zuzulassen, die nicht ermüdet, we Krafteinwirkungen beliebig oft und artig erfolgen und deren Ausmafs innerhalb gewisser Grenzen be habe ich mich an die Stah Gebrüder Böhler A. G. in Wien m unten folgenden Anfrage gewende wandte mich an die Firma Böhle es mir bekannt war, dafs ihr Stal in Kapfenberg in Steiermark aus steirischem Eisen einer erzeugt (Böhlerstahl), der besonders als Werkzeug- u Federstahl einen Weltruf besitzt.

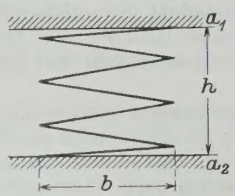


Abb. 9.

Die Anfrage, die ich stellte, ohne jedoch die Abs bekanntzugeben, die ich damit verfolgte, war folgende:

»a_1 beweglich,
a_2 fest,
beide Flächen parallel.

Bedingungen:

$b \leq 10$ cm, allenfalls 11 cm,
h möglichst klein.
Durchmesser des Federstahls beliebig.
Die Feder soll oben und unten eine entsprechende Basis haben (Abb. 9).

Frage:

h bei unbelasteter Feder,
h_1 » 1 t ruhender Last,
h_2 » 2 t » »
h_3 » 3 t » »
. . . . . .
h_{12} » 12 t » »

Die Feder wird mit 5 t zusammengedrückt, dieser wird konstant wirken. Ermüdet die Feder dabei? We in welcher Zeit? Veränderlich ist der Betriebsdruck, d zu 12 t, ausnahmsweise auch 15 t beträgt.

Die Zusammendrückung von 5 auf 12 t soll nicht als 3 bis 4 mm betragen. Ist diese Bedingung erfüllbar? die Wirkung noch als elastisch bezeichnet werden? Die

einen aufsergewöhnlichen Stofs von 15 t übernehmen n, ist sie dazu imstande ohne ihre Kraft zu verlieren? Können die Federn trotz Massenerzeugung so gleichmäfsig stellt werden, dafs sie bei gleicher Belastung z. B. 12 t lie gleiche Höhe h_{12} haben? Eine Differenz von 1 mm zulässig.«

Aus der Skizze meiner Anfrage ist ersichtlich, dafs ich mlich an eine Schraubenfeder dachte, um eine gute Lagerung chiene auf der Feder, wie der Feder auf der Unterlage halten. Es ist aber damit nicht gesagt, dafs nicht auch e Federarten, z. B. Kegelfedern, für den beabsichtigten k in Betracht kommen könnten.

Die äufserst genaue Antwort auf meine Anfrage lautete: »Auf Grund der gegebenen Daten haben wir eine Feder lgenden Abmessungen errechnet:

Aufsendurchmesser	90 mm
Innendurchmesser	30 mm
Rundstabdurchmesser	30 mm
wirksame Windungszahl	2
unwirksame »	3,5
freie Höhe	100 bis 115 mm.

Die Federung bei einer Belastung von 1000 kg haben it 0,572 mm angenommen. Dieselbe ist natürlich nur etisch möglich, da sie in der Praxis nicht mit dieser igkeit erreicht werden kann. Die Federung wird jedoch einer zunehmenden Belastung von 1000 zu 1000 kg ziemlich mäfsig steigen. Beträgt die freie Höhe der Feder 110 mm, rd sie unter 1000 kg 110 — 0,572 mm, unter 2000 kg — 1,144 mm usw. aufweisen. Unter 15 t Belastung beträgt die Höhe 110 — 8,38 mm.

Einen konstanten Druck von 5000 kg kann die Feder lten, nachdem die Beanspruchung pro cm^2 unter dieser tung ziemlich nieder ist. In einer gewissen Zeit wird lich die Feder ermüden, doch wird ihre Lebensdauer rhin eine ziemlich lange sein. Den veränderlichen Druck u 15 t kann die Feder ebenfalls aufnehmen, er darf jedoch dauernd auf sie einwirken.

Die Zusammendrückung bei der Belastung von 5 auf 12 t n wir mit 4 mm festgelegt. Diese Bedingung ist bei Her- ng weniger Stücke ohne weiters erfüllbar, bei Massenher- ngen läfst sich jedoch eine präzise Einhaltung derselben nicht eiführen. Die Feder wird auch einen aufsergewöhnlichen von 15 t aushalten und dann wieder in ihre frühere Lage kkehren. Es wird also keine Setzung zu verzeichnen sein. Wie schon erwähnt werden bei der Massenerzeugung dieser rn Differenzen, wenn auch geringe auftreten, doch glauben egebenen Falls die Toleranz von 1 mm einhalten zu können. Federn leiden durch die Einwirkung von Frost usw. Es aher besser, wenn die Stücke geölt werden.«

Auf meine weitere Anfrage teilte mir das Stahlwerk noch dafs auch bei Massenherstellung eine Höhentoleranz in der n Höhe von Maximum 3 mm einhaltbar ist.

Bevor noch die Beantwortung meiner Anfrage erfolgte, ich, dafs ich an die Leistungsfähigkeit der Schraubenfeder he Anforderungen gestellt hatte: Stützendrücke von 15 t n, wie ich im vorstehenden darlegte, überhaupt nicht auf indest nicht bei den europäischen Eisenbahnen), überdies durch die Anordnung von Doppelfedern, denen auch ige Vorteile zukommen, die Belastung der einzelnen Federn die Hälfte des Stützendrucks vermindert werden. Da die ort des Stahlwerks jedoch zeigt, welchen grofsen Ansprüchen Feder entsprechen kann, gebe ich Anfrage und Antwort geänderter Form bekannt.

Für eine Doppelfeder dieser Art würde somit die Stützen- ng Y_1 für 1 t Last

$$Y_1 = \frac{0{,}572}{2} = 0{,}286 \text{ mm}$$ betragen.

Um eine Einsenkung von 1 cm hervorzurufen, wäre ein Stützendruck von $D = \frac{10}{0{,}286} = 35$ t erforderlich.

Dieser Druck ist nichts anderes als der Druck D, den ich bei der Berechnung des Stützendrucks des Querschwellenoberbaus behandelt habe, nur ist D hier fast mathematisch genau ermittelbar, beim Querschwellenoberbau hingegen vom Bettungsdruck abhängig, der wie erwähnt zwischen drei und acht und noch weiteren Grenzen schwankt.

Bei einem Stützendruck von 10 t wäre die Stützensenkung bei obiger Doppelfeder

$$\mathbf{Y = 2{,}9 \text{ mm}}$$

somit unter der von mir als entsprechend erkannten Höchsteinsenkung. Tatsächlich würden wir es hier mit einer wenig nachgiebigen, fast harten Stütze zu tun haben, was auch daraus hervorgeht, dafs der Druck von 35 t, der bei der Doppelfeder erforderlich ist, um eine Senkung von 1 cm hervorzurufen, im Querschwellenoberbau nach den vorliegenden Berechnungen einer Bettungsziffer von C = 13 entsprechen würde, die aber wohl nicht erreichbar ist.

Wenn ich noch den Stützendruck auf dieser wenig nachgiebigen Doppelfeder für die Schiene des deutschen Reichsoberbaus S 49 z. B. bei einer Stützenentfernung von 70 cm untersuche, so ist für a = 70 cm

$$B = \frac{6 \cdot E \cdot J}{a^3} = 63 \text{ t}, \quad \gamma = \frac{B}{D} = \frac{63}{35} = 1{,}8.$$

Der statische Stützendruck ist dann nach Hoffmann P = 0,54 G, nach Schwedler P = 0,51 G.

Der Gesamtstützendruck ist somit 0,54 . 1,5 . 12,5 t = 10 t, also trotz der wenig nachgiebigen Stütze nicht höher als das bereits früher errechnete Mafs.

Wenn der Bruch einer Stütze eintreten würde, so dafs die Stützweite zweimal 0,70 cm also a = 140 cm wird, wäre

$$B = \frac{6 \cdot E \cdot J}{a^3} = 7{,}8 \text{ t}, \quad \gamma = \frac{B}{D} = \frac{7{,}8}{35} = 0{,}22,$$

der statische Stützendruck nach Hoffmann P = 0,68 G, nach Schwedler P = 0,76 G, der Gesamtstützendruck 0,76 . 1,5 . 12,5 = 14,25 t, die gröfste Stützensenkung hierfür 4,3 mm. Der Stützendruck würde aber in Wirklichkeit kleiner als 14,25 t und die Senkung kleiner als 4,3 mm sein, weil beim Bruch einer Stütze nur ein Feld eine Stützweite von 140 cm, die Nachbarfelder aber eine solche von 70 cm haben würden.

Die Doppelfeder würde aber auch den Druck von 14,25 t übernehmen können, da dieser erst die Hälfte jener Belastung erreicht, welche der die Feder berechnende Ingenieur für zulässig hält. Auch die Stützensenkung wäre bei diesem Ausnahmefall noch gering, wobei überhaupt die Frage offen bliebe, ob man derartige Möglichkeiten in die Rechnung einzubeziehen, oder, wie dies bei Berechnung der Schienen üblich ist, durch die entsprechend niedrig gehaltene zulässige Inanspruchnahme zu berücksichtigen hat.

Ich würde für einen Schweroberbau mit einer Schiene von etwa 50 kg/m und einer Stützenweite von 65 bis 70 cm, der für einen Achsdruck von 25 t und für Geschwindigkeiten von über 100 km bestimmt ist, eine Doppelfeder vorschlagen, deren Federung (Durchbiegung) bei einer Belastung von 1 Tonne

$$\mathbf{Y_1 = 0{,}35 \text{ mm}}$$

beträgt. Die gröfste Einsenkung im normalen Betriebe, hervorgerufen durch den gröfsten Achsdruck bei ungünstigster Laststellung und Berücksichtigung der von der Fahrgeschwindigkeit herrührenden Einwirkung, wäre dann **3,5 mm.**

(Schlufs folgt).

Der Gleisbauwagen Bauart Hoch.

Von Reichsbahnoberrat **Schultheifs**, München.

Die Bestrebungen bei der neuzeitlichen Bahnunterhaltung gehen dahin, die teure, ungleichmäfsige und zeitraubende Handarbeit mehr und mehr durch Maschinenarbeit zu ersetzen; es darf auf die Verdichtung der neuen Bettung durch Walzen, auf das Eindrehen der Schrauben mit den von den Firmen Krupp und Robel in den Handel gebrachten Maschinen und auf die Gleisstopfmaschine der Firma Krupp verwiesen werden. Unkraut, das bisher mühsam mit Hand beseitigt wurde, versucht man mit der Scheuchzerschen Jätemaschine oder mit Sprengwägen auf chemischem und maschinellem Wege unschädlich zu machen.

In der neuesten Zeit ist man dazu übergegangen, auch bei der Verlegung der Gleise maschinelle Hilfsmittel zu verwenden. Bekannt ist der Gleisbaukran der Firma Mohr und Federhaff, Mannheim, der auf der Seddiner Ausstellung vorgeführt und bei der Reichsbahndirektion Elberfeld verwendet wurde*). Ganz verschieden von dieser Maschine ist ein anderes Gleisbaugerät, der vom Ingenieurbureau Hoch in Frankfurt (Main) Ausleger angebracht, der aus zwei I-Trägern Normalpro besteht. Die Entfernung der Träger beträgt 0,80 m un so gewählt, dafs zwei Laufwerke, die zum Heben und bewegen der Gleisrahmen dienen, noch Platz haben. Auf Ausleger vollzieht sich das Ein- und Ausbauen der Gleisrah das eine Ende ist vom Wagenmittel 7,15 m, das andere da 14,15 m entfernt. Um eine ungünstige Beanspruchung längeren Kragarmes beim Abheben von alten Gleisen Absenken von neuen Gleisstöfsen zu verhüten, wird in e Abstand von 4,0 m vom Ende dieses Armes eine Abstüt angebracht, die in der Längsrichtung verschoben werden und wenn der Wagen aufser Betrieb ist, unmittelbar n dem einen Endportal befestigt wird. Um die Beförderun Wagen in Zügen zu ermöglichen, sind die längeren Ausl träger mit Gelenkbändern auf 5,40 m Länge nach aufsen klappbar, so dafs das Ende der Träger dann nur noch 8, vom Wagenmittel entfernt ist. Der Gleisbauwagen ist m zwei Hub- und Fahrwinden ausgerüstet, die auf dem B

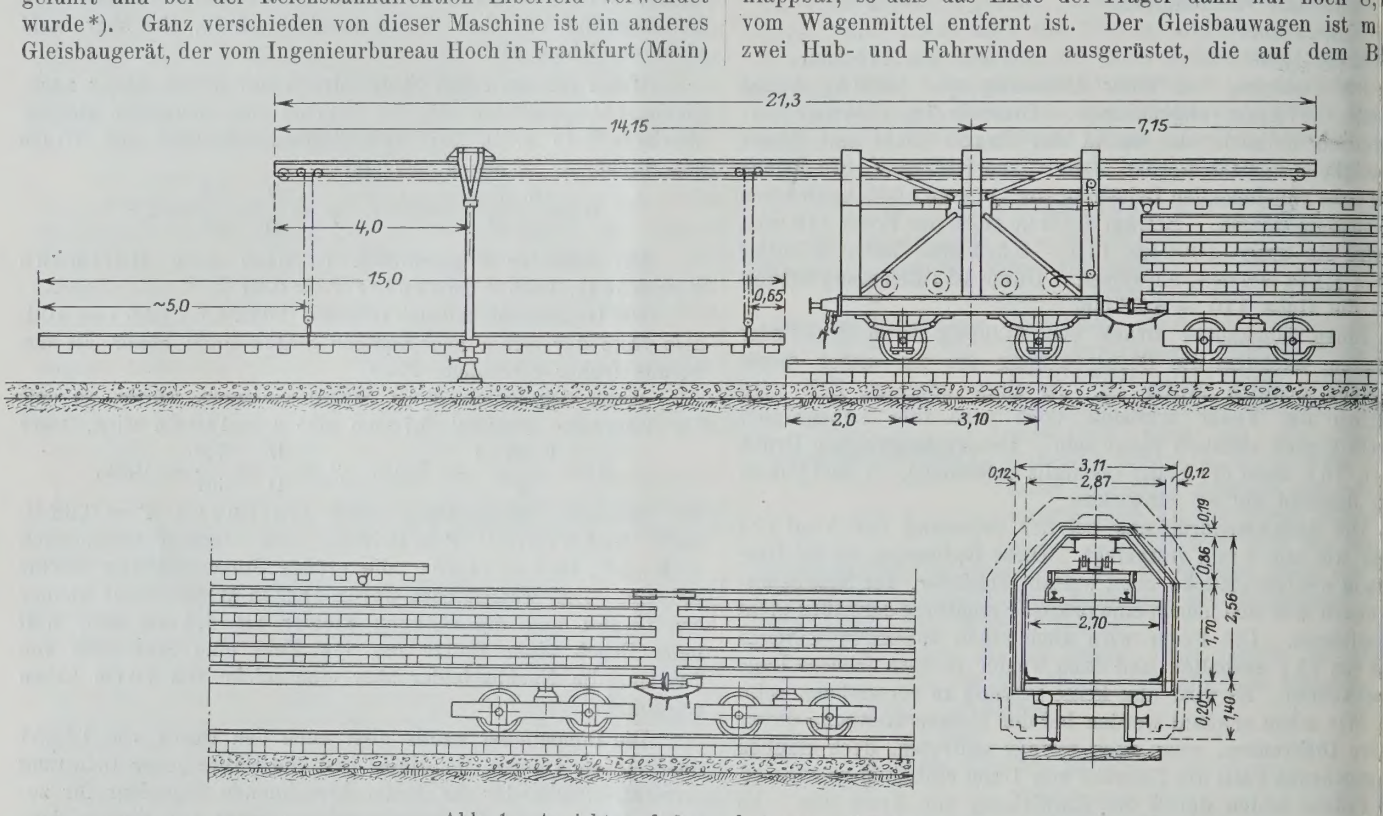


Abb. 1. Ansicht und Querschnitt des Gleisbauwagens.

konstruierte Gleisbauwagen. Auf Veranlassung der Gruppenverwaltung Bayern wurde ein solcher Wagen im Jahre 1926 beschafft und der Reichsbahndirektion München zur Verwendung bei Gleisumbauten zugeteilt. Diese Gleisbaumaschine unterscheidet sich wesentlich von dem Gleisbaukran dadurch, dafs sie profilfrei ist; kein Teil des Wagens ragt während der Arbeit über den Lichtraum hinaus und alle Bewegungen beim Vorstrecken und Abbruch der Gleise gehen nur in der Längsrichtung des Wagens vor sich, nie senkrecht dazu. Eine ähnliche Maschine ist bei den irischen Bahnen in Verwendung**).

Der zweiachsige Gleisbauwagen ist 4,15 m hoch und 3,11 m breit; auf dem Wagenboden sind drei torartige Rahmen aufgebaut, die eine lichte Höhe von 2,56 m haben; die lichte Weite ist 2,87 m und genügt demnach zur Durchführung von Schwellen, die 2,70 m lang sind. Oben an den Rahmen ist ein des Wagens eingebaut sind und durch Drahtseile die bei am Ausleger befindlichen Laufwerke in Gang setzen. Winden wurden bisher mit Hand angetrieben, wofür an je Wagen vier Mann nötig waren; es ist beabsichtigt, bei heurigen Umbauten die Winden elektrisch anzutreiben, wod die Gleisarbeiten erheblich beschleunigt werden können.

In der Regel werden zu den Gleisbauten zwei Hoch Wagen verwendet, einer zum Abbrechen des alten Gleises der andere zum Verlegen des neuen Gleises. Zu jedem Wa gehören mehrere **SS**-Wagen, auf welche die Gleisrahmen laden werden. Auf dem Lagerplatz des der Umbaustelle nachbarten Bahnhofs werden die fertig zusammengebau Gleisrahmen unter den vorderen längeren Ausleger verbra mit den herabgelassenen Laufwerken emporgehoben und du den Gleisbauwagen hindurch auf die Schienenwagen verschol Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis die an der Baust benötigten Gleisrahmen verladen sind. Um das Verschie

*) Organ 1927, Heft 4.
**) Organ 1926, Heft 4.

Längsrichtung auf den Schienenwagen zu erleichtern, n unter den einzelnen Rahmen kleine, leicht abnehmbare llen angebracht; ferner werden die Schienenenden zwischen Vagen durch einfache Formstücke verbunden. Auf der nstelle vollzieht sich der Vorgang in der umgekehrten nfolge. Das oberste Gleisstück des vorderen Schienen- s wird mit leichten Winden angehoben und mit Laufrollen en; dann wird es in der Längsrichtung zum Gleisbauwagen ollt und mit den Laufwerken auf das Schotter- ogesenkt. Beim Ausbau der alten Gleisstücke bladen auf dem Lagerplatz ist der Arbeits- ng der gleiche.

Umgebaut wurde mit Hilfe des Gleisbauwagens 740 m lange Strecke zwischen den Bahnhöfen ch und Lochhausen auf der Doppelbahn nen—Augsburg in der Zeit vom 5. August Oktober; hierbei wurde Oberbau der Form X Reichsoberbau S 49 auf Holzquerschwellen . Wegen der starken Belegung der Strecke eingleisiger Betrieb während des Umbaues in Betracht kommen; es mufsten daher zwei bspausen von 9^{05} bis 11^{45} mit 160 Minuten on 1^{25} bis 3^{45} mit 130 Minuten ausgenützt n. Die Bettung war kurz vor dem Umbau erneuert worden. In einer Pause wurden ens 120 m umgebaut. Die durchschnittliche ne Leistung betrug 180 m, weil durch Un- näfsigkeiten im Zugsverkehr, durch Sonder- sowie durch Störungen beim Zusammenbau leisrahmen und an der Gleisbaumaschine Zeit- te eintraten. Beschäftigt waren im ganzen rbeiter und zwar zehn beim Ausbauwagen, beim Einbauwagen und 34 für andere Arbeiten, blaschen der alten und Anlaschen der neuen enstöfse, Anschliefsen und Entfernen der Gleise.

Der geringste Zeitaufwand für Aus- und Einbau 20 m Gleis betrug 101 Minuten; hiervon auf die Fahrzeit von der Station Maisach mbaustelle und zurück 18 Minuten und auf llen des Anschlusses acht Minuten. Der u dauerte 65 Minuten und der Einbau nuten. Der Zeitaufwand für die eigentlichen rbeiten betrug 83 Minuten; an mehreren wurden diese Arbeiten in 65 Minuten ausge- wobei der Ein- und Ausbau je 50 Minuten e und mit dem Einbau zehn Minuten nach n des Ausbaues begonnen wurde; die An- sarbeiten beanspruchten fünf Minuten. Eine e Ausnützung der Betriebspausen und gröfsere uleistung wird bei den heurigen Gleisumbauten ht werden, wenn die Winden mit elektrischem b versehen sind.

Die Stundenleistung der irischen Gleislege- ine wird mit 100 bis 130 m Gleis bei 13,5 m Schienen angegeben.

Die beiden Gleisbauwagen haben 32 000 ℳ et; rechnet man für Verzinsung und Tilgung und für Unterhaltung 15 %, dann trifft bei rbeitstagen und 180 m täglicher Umbauleistung m Gleis der Betrag von 0,42 ℳ. Die Leihgebühr für wei Lokomotiven, welche die Umbauzüge beförderten, dagegen 0,90 ℳ für 1 m Gleisumbau; es ist beabsichtigt, Abstellung leichter, nicht mehr allgemein verwendbarer notiven diese Gebühr erheblich abzumindern.

Nach den genauen Aufschreibungen betrugen die gesamten n für 1 m Gleisumbau samt Beseitigung der alten und ingen der neuen Bettung sowie Aufrechnung der ange- en Beträge für die Gleisbauwagen und Lokomotiven 12,30 ℳ. Dieser Betrag wird bei den heutigen Umbauten durch Steigerung der Umbauleistung und Ermäfsigung der Leihgebühr der Lokomotiven noch geringer werden. Vergleichs- weise möchte angeführt werden, dafs auf einer anderen Strecke bei Handarbeit und gleichem Stundenlohn für 1 m Gleisumbau 14,40 ℳ aufgewendet werden mufsten.

Nach den bisherigen Erfahrungen wird der Gleisbauwagen auf Neubaustrecken sich besonders bewähren, weil er voll aus-

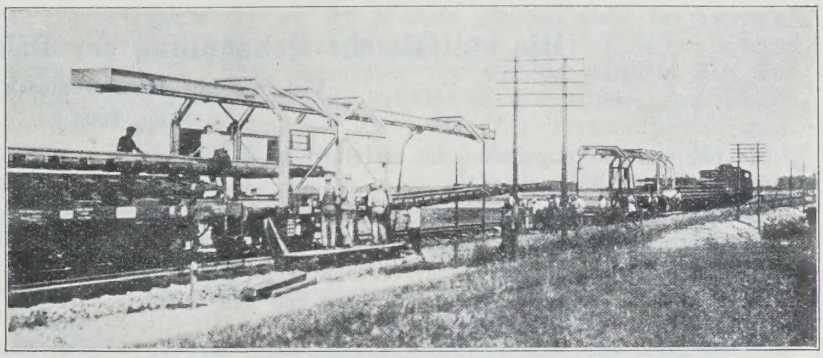


Abb. 2. Ausbauwagen (rechts) und Einbauwagen (links).

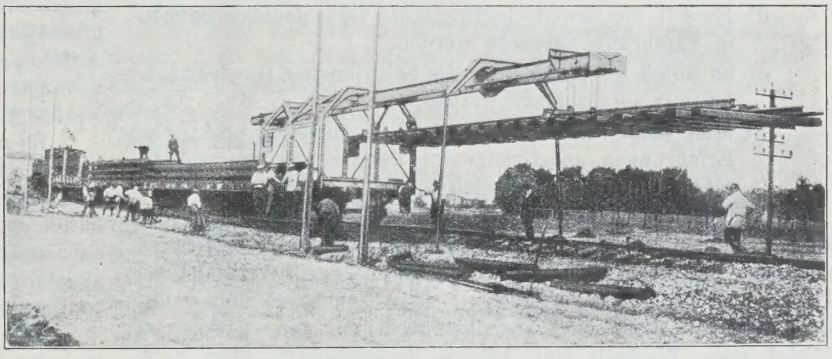


Abb. 3. Absenken des neuen Gleises auf die Bettung.

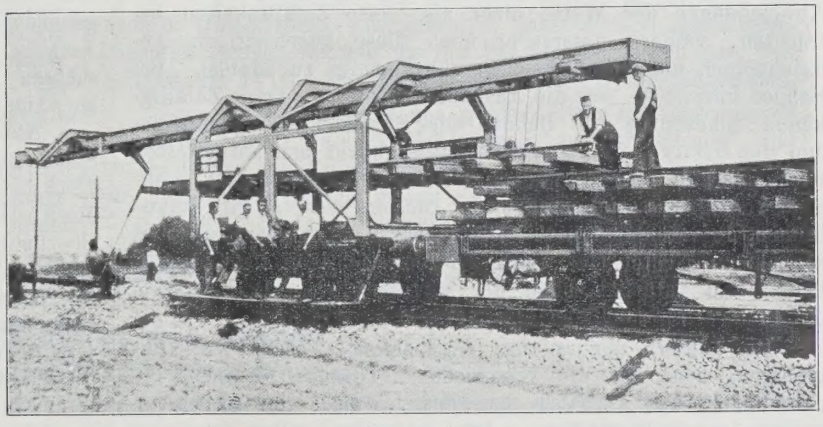


Abb. 4. Verladen des ausgebauten Gleises durch den Gleisbauwagen hindurch auf den Schienenwagen.

genützt werden kann. Auch die Gleisbauarbeiten bei eingleisigem Betriebe auf Doppelbahnen lassen sich beschleunigen, wenn nach Herstellung der Bettung mittels des Stampf- oder Walz- verfahrens der Oberbau in einem Zuge verlegt wird. Die Durchführung des grofsen Umbauprogramms in den nächsten Jahren wird auf manchen Hauptbahnstrecken schwierig werden, wenn eingleisige Betriebe in dem bisherigen Umfange von dem Betriebe nicht mehr zugestanden werden; mit Hilfe des Gleis- bauwagens wird es jedoch auch auf stark belegten Strecken

gelingen, Gleisumbauten rasch und sicher durchzuführen. Ein weiterer Vorteil des neuen Umbauverfahrens liegt darin, dafs die Oberbauteile schonlicher behandelt werden wie bisher; das kommt insbesondere zur Geltung bei den Altstoffen, weil die ausgebauten Gleise auf dem Lagerplatze des nächsten Bahnhofs und nicht mehr auf der Baustelle auseinandergenommen werden, wodurch auch die Verluste an Kleineisenzeug geringer werden. Da bei den Umbauten mit der Hochschen Maschine die Oberbauteile nicht mehr auf der freien Strecke, sondern auf dem Nachbarbahnhof untergebracht sind, wird ferner eine nic unterschätzende Erhöhung der Betriebssicherheit err Schliefslich darf darauf hingewiesen werden, dafs in bet technischer Hinsicht der Gleisbauwagen dem Gleisbauk überlegen ist, weil die Gleisumbauarbeiten innerhalb des I raums vor sich gehen und der Betrieb auf dem Nachba in keiner Weise beeinträchtigt wird; zudem kann der auf manchen Strecken, insbesondere den elektrisch betrieb überhaupt nicht verwendet werden.

Die statistische Behandlung der Bahnunterhaltungskosten.

Von Dipl.-Ing. **Josef Nemcsek**, Hatvan.

Hierzu Tafel 23.

Die Bahnunterhaltungskosten im einzelnen zu kennen, ist bei folgenden Aufgaben notwendig:

a) Es sollen Ausgabesummen für die Bahn oder ihre Teile veranschlagt werden, getrennt nach Posten.

b) Es sollen Ausgabeposten für einzelne Teile derselben Bahnverwaltung verglichen werden, um den Erfolg der Bewirtschaftungsgüte zu erfahren.

c) Es sollen Ausgabeposten der Teile einer Bahnverwaltung unter verschiedenen Umständen verglichen werden, um den Einfluss dieser Umstände bewerten zu können.

d) Es soll die Bewirtschaftungsgüte verschiedener Bahnen in Erfahrung gebracht werden.

e) Es sollen bei Neubauten die Selbstkosten (Gestehungskosten) veranschlagt werden.

f) Man sucht wissenschaftliche, d. h. mittelbar praktische Erfahrungen, möglicherweise Gesetze aus den statistischen Unterlagen abzuleiten.

Die wirtschaftliche Statistik der Bahnen ist nicht in der Lage, von der Arbeitsweise der höheren Statistik Gebrauch zu machen. Ihre Leistung besteht hauptsächlich darin, verschiedene Durchschnittswerte zu vergleichen. Man kommt so immer mit dem arithmetischen, oder ausnahmsweise mit dem gewogenen Mittel aus. Weshalb eine höhere Rechnungsart, etwa nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, nicht angestrebt wird, ist leicht ersichtlich. Man kann und will die Abweichungen der Werte nicht als blofse Zufälligkeiten betrachten, sondern untersucht eben diese gegenseitigen Abweichungen, um ihren Ursachen nahekommen zu können. Bei Bahnen gibt es — was die Ausgaben betrifft — keine Zufälligkeiten, sondern es gibt Bahnen oder Strecken des Flachlandes und der Gebirge, freigebig oder billig gebaut und ausgestattet, solche starken oder schwachen Betriebes, sparsam oder grofszügig verwaltet, sozial gerecht oder rücksichtslos; es gibt Staatsbahnen, Privatbahnen usw. Die Gebarung mit Auslagen und Einnahmen richtet sich nach solchen wichtigen Verschiedenheiten und natürlich nach der wirtschaftlichen Lage sowohl des Landes, als auch der Bahnverwaltung.

Die Lösung der anfangs angedeuteten Fragen wird nur gelingen, wenn wir die verschiedenen Ursachen kennen, die den Bedarf an Ausgaben beeinflussen, nicht nur allgemein, sondern nach Wertziffern. Die Ausgaben sollen also als Funktionen von bestimmt und leicht erfafsbaren Veränderlichen dargestellt werden.

Um die Bahnunterhaltungskosten übersichtlich, ohne allzu grofse Mühe und mit Benutzung vorhandener statistischer Unterlagen gleichmäfsig behandeln zu können, ist wohl nur eine solche Veränderliche zu finden, mittels welcher die Aufgaben a bis f mit noch hinreichender statistischer Treffsicherheit lösbar werden. Diese Veränderliche ist die Gröfse des Verkehres; sie beeinflufst die verschiedensten Posten der Ausgaben der Bahnunterhaltung am meisten, Beständigkeit der Preise und Löhne vorausgesetzt.

Verkehr ist im Grunde Massenverschiebung, also A (kinetische Energie). Die Bahnunterhaltung hat es mit natürlichen Reibungsverschleifs zu tun, der bei der Umse der Kräfte eintritt, wobei ein gerades Verhältnis vorzul scheint.

Wir stellen den statistischen Satz auf: »Unter annä gleichen Umständen sind die für den Streckenkilometer ge neten Bahnunterhaltungskosten im grofsen Durchschnitt verhä gleich zur Verkehrsdichte.«

Die Gröfse des Verkehrs wird in der Statistik durch kilometer, Achskilometer, oder am genauesten (wenn auch proportional) durch »zahlende« Bruttotonnenkm angegeben. Anzahl der Bruttotonnenkm, die den Jahresverkehr eines I bahnnetzes mifst, dividiert durch die Gleiskilometeranzah Netzes gibt die Verkehrsdichte des Netzes an, für jenes

Im nachstehenden und in den bildlichen Darstellunge Taf. 23 finden wir die Bahnunterhaltungskosten der ges ungarischen Staatsbahn, sowie ihrer Unterteilungen, der Bet leitungen, für die letzten zehn Friedensjahre nach dem aufgestellten Satze behandelt, und zum Schlusse einen abgeleitet, welcher der unter f) angedeuteten Art der F stellung angehört.

Ohne auf weitere allgemeine Erörterungen einzugehe bemerkt, dafs der oben angeführte Grundsatz eigentlich unterwiesene Verallgemeinerung einschliefst, da sonst die Sta mehrerer Bahnnetze bearbeitet werden müfste. Auch sol gegeben werden, dafs andere Verhältnisse, namentlich stär Verkehr, erheblichen Einfluss ausüben können. Für den u suchten Fall (sozusagen für seinen Gültigkeitsbereich) aber von einer statistischen Gesetzmäfsigkeit sicher die Rede

Abb. 1, Taf. 23 zeigt die Jahresausgaben der ungari Staatseisenbahnen an Bahnunterhaltungskosten in den Ja 1913 bis 1904 zurück. Die Ordinaten der Linie VII bed die Kosten des Unterbaues, die der Linie VIII die Koste Oberbaues, die der Linie IX die Kosten des Eisenbahn baues, die der Linien IV und V die persönlichen Ausg des Bahnunterhaltungsdienstes auf der Strecke und der I bewachung. Dabei mifst 1 cm der Ordinaten 200 Krone 1 km Strecke. Strichpunktiert sind auch eingezeichnet Gesamtausgaben der Bahnunterhaltung und zwar bis zum 1896 zurück. 1 cm dieser Ordinaten bedeutet 600 K für 1 km.

Als Vergleich zu den Kostenlinien ist die Linie der kehrsdichte ϱ mit stärkerer Linie dargestellt, und zwar fü Jahre 1896 bis 1913. (1 cm bedeutet 400000 Bruttotonn auf 1 km Strecke.)

Mehr als auffallend ist, dafs die Linie der Verkehrsd in zwei Abschnitten, von 1896 bis 1906 und von 1908 bis 1 mit der Linie der Gesamtausgaben fast parallel läuft, wäh dies nicht der Fall ist bei der Linie der blofsen Verk gröfse.

Wir können also die Gesamtkosten als lineare Fun der Verkehrsdichte ansehen, und so entsteht für die

; 1906 die Gleichung K = 1480 ϱ und für 1908 bis = 1710 ϱ. (Es bedeuten K die Ausgaben der Bahnung für das Jahr und 1 km Gleis in Kronen, und »zahlende« Bruttotonnenkm auf 1 km Gleis.) Diese ıfst sich aus den statistischen Veröffentlichungen der ngarischen Staatsbahnen auch für die einzelnen Betriebs- leicht bilden. ϱ war bei dieser Bahn von 1895 bis r Reihe nach 1130, 1174, 1104, 1097, 1082, 1162, 161, 1186, 1201, 1262, 1339, 1396, 1468, 1523, 645, 1734, 1773.

Bahnunterhaltungskosten berechnet nach obigen Glei- zeigen von den tatsächlichen Kosten Abweichungen, len Jahren 1896 bis 1913 nur zwischen + 5% und iegen!

den Jahren 1907 bis 1908 tritt ein starkes Anwachsen mtkosten von 1480 ϱ bis auf 1710 ϱ ein. Zur Erdieses Sprunges sind in Abb. 2, Taf. 23 die Linien en für 1 m Schiene des schweren Oberbaues, weiter en der Holzschwellen auf 1 km, endlich die Anzahl ewechselten Holzschwellen eingezeichnet, alles für die 390 bis 1913. Daraus ist zu ersehen, dafs die neue e (1710) in den Jahren 1908 bis 1913 hauptsächlich teueren Einheitspreisen des Holzes und Stahles herrührt.

jährlichen Bahnunterhaltungskosten unterteilt nach es Unterbaues (VII), Oberbaues (VIII), Hochbaues (IX), e Personalkosten, die Kosten für Sicherungs- und Signaleigen ebenfalls deutlich einen Verlauf proportional zur dichte, und so können wir wieder in zwei Gruppen ngarischen Bahnen in den angegebenen Jahren folgende hen Kostengleichungen angeben:

/	=	240 ϱ	K_{IV}	=	240 ϱ
	=	317 ϱ	K_{V}	=	306 ϱ
I	=	27 ϱ	K_{VI}	=	20 ϱ
II	=	152 ϱ	K_{VII}	=	146 ϱ
III	=	827 ϱ	K_{VIII}	=	650 ϱ
X	=	147 ϱ	K_{IX}	=	118 ϱ
ΣK	=	1710 ϱ	$K = \Sigma K$	=	1480 ϱ

Verkehrsdichte ist der Schlüssel, oder vielmehr das ch welchem allein die Wirtschaft und die Ausgaben nen, Direktionen oder Betriebsleitungen miteinander bar werden. Nebenumstände können die Kraft der n Folgerungen abschwächen, doch kann man sie immer einiger Sicherheit in die Rechnung einstellen. Aber n bleibt die Verkehrsdichte immer noch die wichtigste ge des Vergleichens.

gleichen müfsten die jährlichen Kostenvoranschläge der n Betriebsleitungen im Verhältnisse zur Verkehrsdichte hien stehen. Jede bedeutendere Abweichung von diesem tze dürfte eine rationelle Wirtschaft nur nach ein- Begründung dulden.

In der Vorkriegszeit wurde bei der MAV. auf die einheitliche und rationelle Kostengebarung der einzelnen Betriebsleitungen kein so grofses Gewicht gelegt wie heute, und doch bestätigen die letzten zehn Jahre vor dem Kriege am kräftigsten das statistische Gesetz der Bahnunterhaltungskosten. Auf Abb. 3 bis 12, Taf. 23 sind für die Jahre 1904 bis 1913 die nach Posten geteilten Bahnunterhaltungskosten (IX Hochbau, VIII Oberbau, VII Unterbau usw.), für die einzelnen Betriebsleitungen aufgetragen, wobei diese nach der Gröfse ihrer Verkehrsdichte auf der Abszisse geordnet sind. Die Verkehrsdichten wurden ebenfalls aufgetragen. Es ist daraus zu ersehen, dafs die Linien der Kosten zwar unstetig verlaufen, dafs aber die Linien ihrer Gewichtspunkte im ganzen doch eine fallende Tendenz haben, wie die Linien der Verkehrsdichten auch. Das statistische Gesetz ist also nicht nur für die MAV. als Ganzes gültig, sondern auch für ihre kleineren Teilgebiete, nämlich die Betriebsleitungen. Die Abweichungen (zackiger Verlauf der Kostenlinien) haben überall ihre besonderen Gründe. Diese hätten seinerzeit von zuständigen Stellen festgestellt werden können, wodurch auch mitunter die Wirtschaftlichkeit des Betriebes mehr oder minder hätte beeinflufst werden können. Die bewegten Abbildungen spiegeln mit ihrer sozusagen allgemeinen Einstellung (Kosten in Reihenfolge der abnehmenden Verkehrsdichten) gewissermafsen die Geschichte der Bahnunterhaltung von zehn Jahren wieder.

Es wäre lohnend zu untersuchen, ob auch beim Betriebsdienst und beim Förderungsdienst die Verkehrsdichte eine statistische Grundlage zur Kostenvergleichung zu bilden vermag, wobei selbst ein nicht gradliniger, sondern vielleicht parabolischer Zusammenhang auch noch wertvoll erscheinen würde.

Mit überraschender Sicherheit beweisen die Abb. 13 a bis k der Taf. 23 die Gültigkeit eines weiteren statistischen Gesetzes. Die persönlichen Auslagen an Linienbewachung und Bahnunterhaltung (Posten IV und V) zusammen, also die gesamten Ausgaben für Bahnunterhaltungsangestellte (jedoch ohne die Arbeiter) sind aufs engste mit den Gesamtausgaben der Bahnunterhaltung verbunden, obwohl summenmäfsig die persönlichen Ausgaben nur einen kleineren Teil der Bahnunterhaltungskosten ausmachen. In den Abb. 13 a bis k der Taf. 23 wurde je für die Jahre 1904 bis 1913 und für alle Betriebsleitungen aufgetragen, um wieviel Hundertteile die gesamten tatsächlichen Bahnunterhaltungsausgaben von den aus der Verkehrsdichte und dem Verhältniswerte 1710 ϱ und 1480 ϱ errechneten Kosten abweichen.

Ferner sind noch die auf gleicher Grundlage errechneten Abweichungen für die persönlichen Ausgaben eingezeichnet. Die beiden Linien des Kostenvergleichs machen dieselben Sprünge: die mittlere Abweichung in den 96 untersuchten Fällen beträgt + 0,01%! Dieses statistische Gesetz bestätigt letzten Endes die alte Wahrheit, dafs viel überflüssige Köpfe und Arme viel überflüssige Arbeit unternehmen.

Schwellentränkung mit Seesalz.

Von Oberingenieur **L. Lubimoff**, Moskau.

se Art von Schwellentränkung wird seit mehreren Jahren en russischen Eisenbahnen angewendet, in deren Bereiche alzseen oder Meerbusen mit konzentriertem Salze sich So z. B. auf den südöstlichen Linien der Rjazanahn, von denen der Eltonsee und der Baskountschakschnitten wird, und auf dem Netze der Südbahnen, seichte Meerbusen »Siwasch« des Schwarzen Meeres ndet.

n wird selbstverständlich von Natursalz als Tränkungsne allzu grofse fäulniswidrige Wirkung erwarten, schon n nicht, weil das Chlormagnesium, das in hohem atze den wirksamsten Bestandteil des konzentrierten nd Seesalzes ausmacht, sehr hygroskopisch ist; dennoch kann man es als ziemlich erfolgreiches Mittel zur dauernden Schwellenerhaltung betrachten. Wenigstens geben die seit dem Jahre 1889 gewonnenen Ergebnisse mit den auf den obenerwähnten Bahnen im Gleis liegenden, salzgetränkten Holzschwellen Anlafs zu behaupten, dafs unter günstigen Umständen die Salztränkung ein gutes, billiges Mittel zur dauernden Erhaltung der Schwellen ist.

Die folgende Zusammenstellung Seite 190 kann zur Bestätigung dieser Behauptung dienen.

Ort: Baskountschaklinie der Rjazan-Oural Bahn.

Auf der Rjazan-Oural Bahn liegen gegenwärtig 148127 salzgetränkte Schwellen, davon 94780 im Hauptgleise und 53347 in Nebengleisen.

Jahr des Schwellenlegens	Zahl der verlegten Schwellen	Anteil der am 1. Januar 1909 noch vorhandenen Schwellen
1889 und früher	3139	16 v. H.
1890	6120	44 „
1891	7538	60 „
1892	8763	59 „
1894	7870	91 „
1895	5848	98 „
1897	6806	100 „
1898	8538	100 „
1899	4155	100 „
1900	7563	100 „
1901	6963	100 „
1902	1589	100 „
1903	11219	100 „
1904	5767	100 „
1905	12305	100 „
1906	13466	100 „
1907	12570	100 „
1908	11519	100 „

Die Beobachtung jener Schwellen ergibt, dafs:

1. Die Salztränkung den Festigkeitswiderstand gegen mechanische Einflüsse erhöht, so dafs die Festigkeit gröfser wird als jene mit Chlorzink getränkter Schwellen.

2. Die Befürchtung, dafs das Salz schädlich auf die Hakennägel und die Schwellenschrauben wirken könne, hat sich nicht bestätigt.

3. Eine geringe Abnutzung des Schienenfufses, die an den Berührungsstellen mit der Schwelle eintritt, ist mehr auf die Einwirkung kleiner, verstreuter Salzmassen zurückzuführen, die bei der Versendung des Salzes durch die Bodenritzen der Bahnwagen auf das Gleis fallen.

Die Salztränkung kann also auf Eisenbahnlinien, in deren Nähe gröfsere Salzseen oder leichte Meerbusen liegen, eine wirkungsvolle Ausnutzung finden.

Die Salztränkung wurde bisher auf den genannten russischen Eisenbahnlinien so gehandhabt, dafs die Holzschwellen einfach in seichte Stellen der Salzseen oder Meerbusen eingelegt wurden, wo der Salzinhalt durch Wasserverdunstung stark konzentriert ist (von 13 bis 21 % B^e).

Dabei müssen die Schwellen mindestens 1 bis 1½ im Salzwasser liegen.

Es ist aber auch möglich, die Salztränkung in Trän anstalten unter Vakuum und Druck nach dem üblichen » Volltränkungsverfahren durchzuführen.

Die technischen Vorschriften für eine derartige Salztr können folgendermafsen festgestellt werden:

1. Zur Tränkung werden nur ganz gesunde, gehobelte Schwellen zugelassen, deren Feuchtigkeitsgeha mehr als 20 v. H. beträgt.

2. Die Zeitdauer des Trocknens wird je nach d waltenden klimatischen Einflüssen festgesetzt.

3. Die Tränkung wird mit einer Salzwasserlösu nicht weniger als 16,5 Beaumé durchgeführt, gleichgül jene Lösung aus dem dem Salzsee entnommenen Wass stammt oder aus trockenem in gewöhnlichem Wasser g Salze vorgerichtet wird. Das natürliche Salzwasser mu rein sein und darf keinen bemerkenswerten Zusatz von orga Stoffen oder Schlamm haben. Vor der Tränkung wi Lösung bis + 40 C^0, besser bis + 70 C^0 erwärmt.

4. Die Tränkung selbst geschieht folgendermafsen:

a) Die Schwellen werden in den Tränkungskessel geschoben. Dann wird eine Luftverdünnung vo weniger als 60 cm erzeugt und mindestens 15 M gehalten.

b) Hierauf wird der Tränkungskessel mit der Sal gefüllt. Während des Füllens fährt man fo Luft aus dem Kessel auszupumpen, um den Unte so lang als möglich beizubehalten.

c) Nach der gänzlichen Füllung des Tränkungs prefst man die Lösung in die Schwellen unter der dabei bis auf 7 bis 8 kg/cm^2 gesteigert wi nicht weniger als eine Stunde auf dieser gehalten wird.

d) Nachdem das Einpressen der Lösung in die Sch beendet ist, wird die Salzsole aus dem Kess gelassen; die Tränkung ist damit beendigt.

5. Die Schwellen müssen mindestens auf die ganze des Splintes getränkt werden. Die Normaltränkung mufs m^3 Holz mindestens 260 kg Lösung oder entsprechend Salz zuführen.

6. Um das Gewicht der von den Schwellen einges Salzlösung zu ermitteln, müssen mindestens 10 v. H Schwellen vor und nach der Tränkung gewogen werden

Berichte.

Allgemeines.

Von den Japanischen Eisenbahnen.

Nach dem letzten Bericht betrug die Länge der Japanischen Staatsbahnen am 1. Juni 1926 insgesamt 12650 km, von denen 780 km in den letzten 23 Monaten neu hinzugekommen sind. Von dem Gesamtnetz sind 2150 km zweigleisig, 21 km dreigleisig und 84 km viergleisig ausgebaut. Die Einführung des elektrischen Betriebs ist nicht besonders weit fortgeschritten; aufser der etwa 30 km langen Ringbahn von Tokio sind nur 120 km in elektrischen Betrieb genommen worden, 21 weitere Kilometer sollen im laufenden Jahr noch fertiggestellt werden; daneben ist für dieses Jahr auch die Fertigstellung von 280 km dampfbetriebener Strecken vorgesehen. Für den Fährverkehr zwischen der Hauptinsel und Hakodate auf Jesso wurden vier Fährboote in Dienst gestellt, drei andere sind schon länger in Verwendung. Es werden jedoch nur Güterwagen übergesetzt.

Die Einnahmen betrugen insgesamt 949 Millionen ℳ, wovon 22,6 Millionen auf die Eisenbahn-Dampfschiffahrtslinien entfallen. Die Gesamteinnahmen sind um 22,4 Millionen ℳ höher als im vorhergehenden Jahr. Die Ausgaben entsprechen mit 903 Millionen ℳ denen des Vorjahres; es entfallen davon 523 Millionen a Betrieb, 291 Millionen auf Wiederherstellungsarbeiten und 8 lionen auf Neubauten.

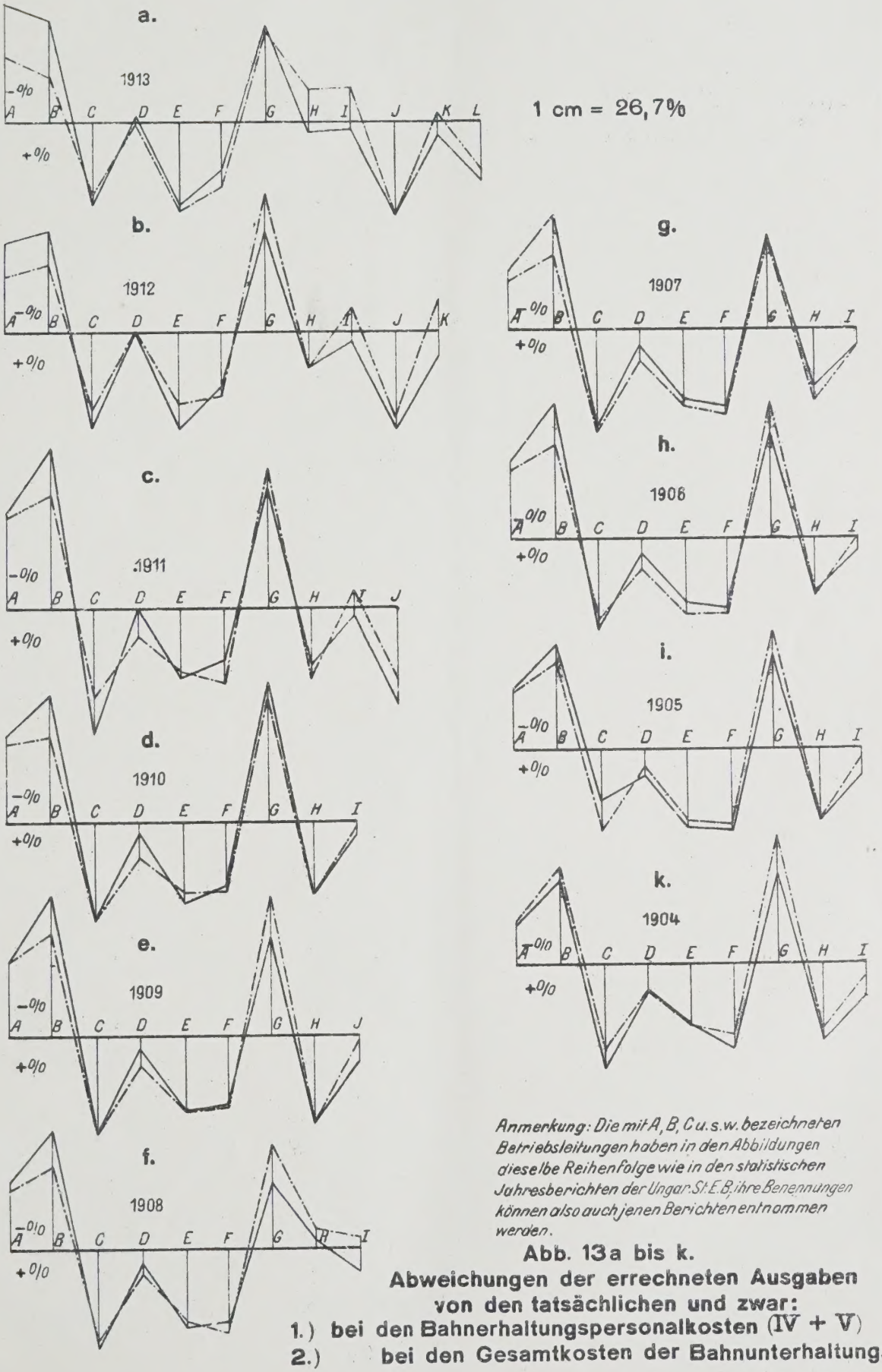
Aufser dem Staatsbahnnetz gibt es in Japan noch 330 bahngesellschaften, die 4480 km Haupt- und Nebenbahnen und Strafsenbahnen betreiben. Von den ersteren werden 3380 k trisch und 510 km mit Dampf- und elektrischer Kraft nebene betrieben; von den letzteren 1700 km elektrisch, der Rest mit oder mit anderen Mitteln. Das Gesamtkapital der Privat betrug Ende März 1924 3243 Millionen ℳ, die vom Staat ge Zuschüsse im Rechnungsjahr 1925/26 betrugen 8 Millionen ℳ

In Tokio wird z. Z. eine 1,6 km lange Untergrundbahn die auf 22,5 km Gesamtlänge ausgedehnt werden soll.

Die Südmandschurische Bahn wurde zum ersten volles Jahr von Japan betrieben; die Ergebnisse sind dahe nicht vergleichsfähig. Auf Formosa schliefslich betrug die länge 1400 km, davon waren 900 km im Staatsbesitz, die re 500 km Privatbahnen.

(The Railw. Eng. 1927, Januar.)

Zum Aufsatz:
Die statistische Behandlung der Bahnunterhaltungskosten.



Anmerkung: Die mit A, B, C u.s.w. bezeichneten Betriebsleitungen haben in den Abbildungen dieselbe Reihenfolge wie in den statistischen Jahresberichten der Ungar. St. E. B.; ihre Benennungen können also auch jenen Berichten entnommen werden.

Abb. 13a bis k.
Abweichungen der errechneten Ausgaben von den tatsächlichen und zwar:
1.) bei den Bahnerhaltungspersonalkosten (IV + V)
2.) bei den Gesamtkosten der Bahnunterhaltung.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Zu Abb. 3 bis 12:
1 cm = 133 Kronen.
Bei der Linie der
Gesamtausgaben Σ
ist 1 cm = 400 Kronen.

Abb. 3.

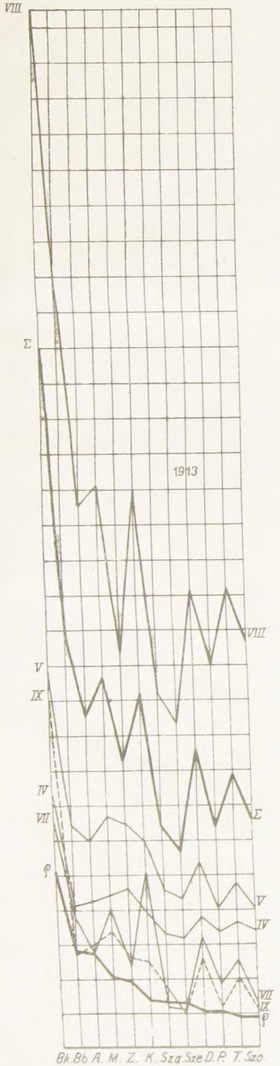


Abb. 2.

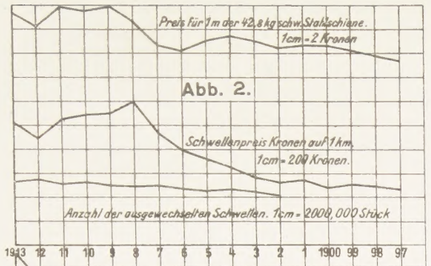


Abb. 1.

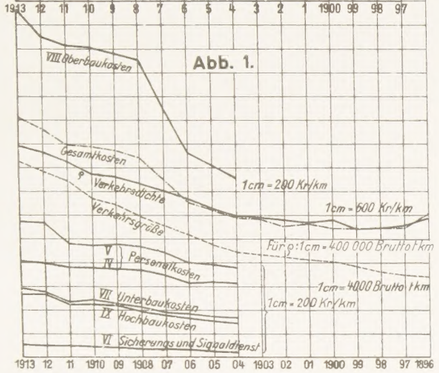


Abb. 6.

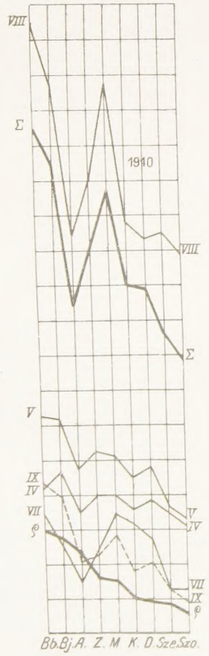


Abb. 9.

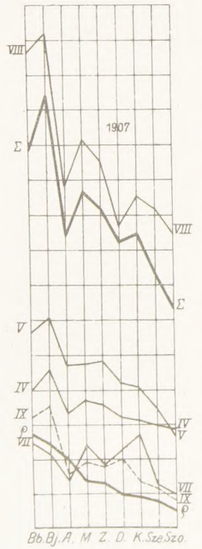


Abb. 4.

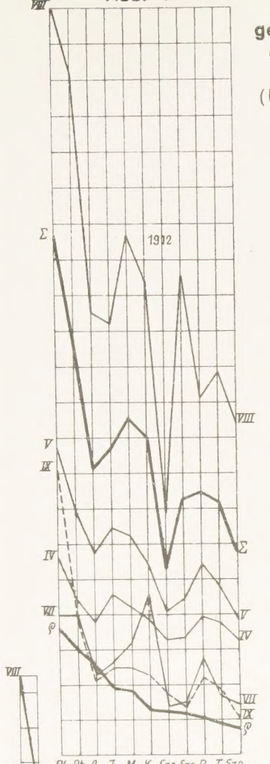


Abb. 5.

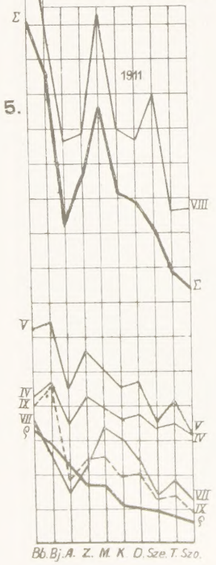


Abb. 3. bis 12. Nach Posten getrennte Bahnunterhaltungskosten der einzelnen Betriebsleitungen der Ungar. St. E. B. 1913 bis 1904.
(Die Betriebsleitungen sind nach der Verkehrsdichte geordnet.)

Abb. 7.

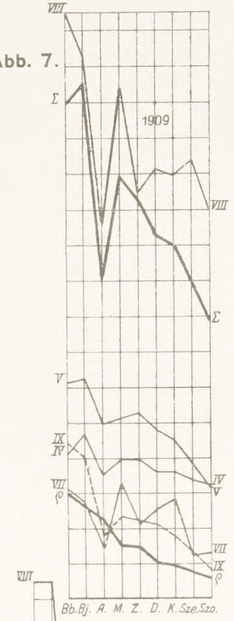


Abb. 8.

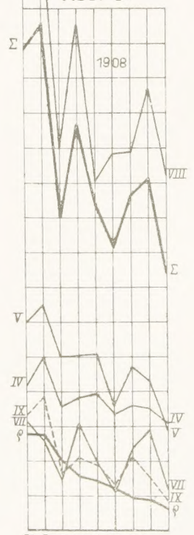


Abb. 10.

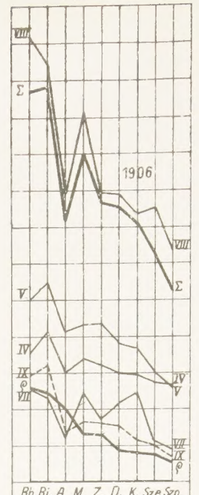


Abb. 11.

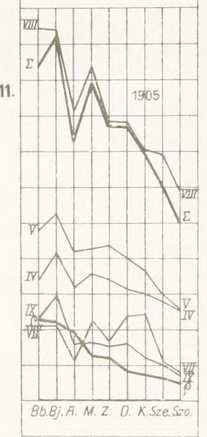
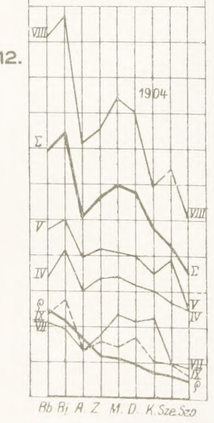
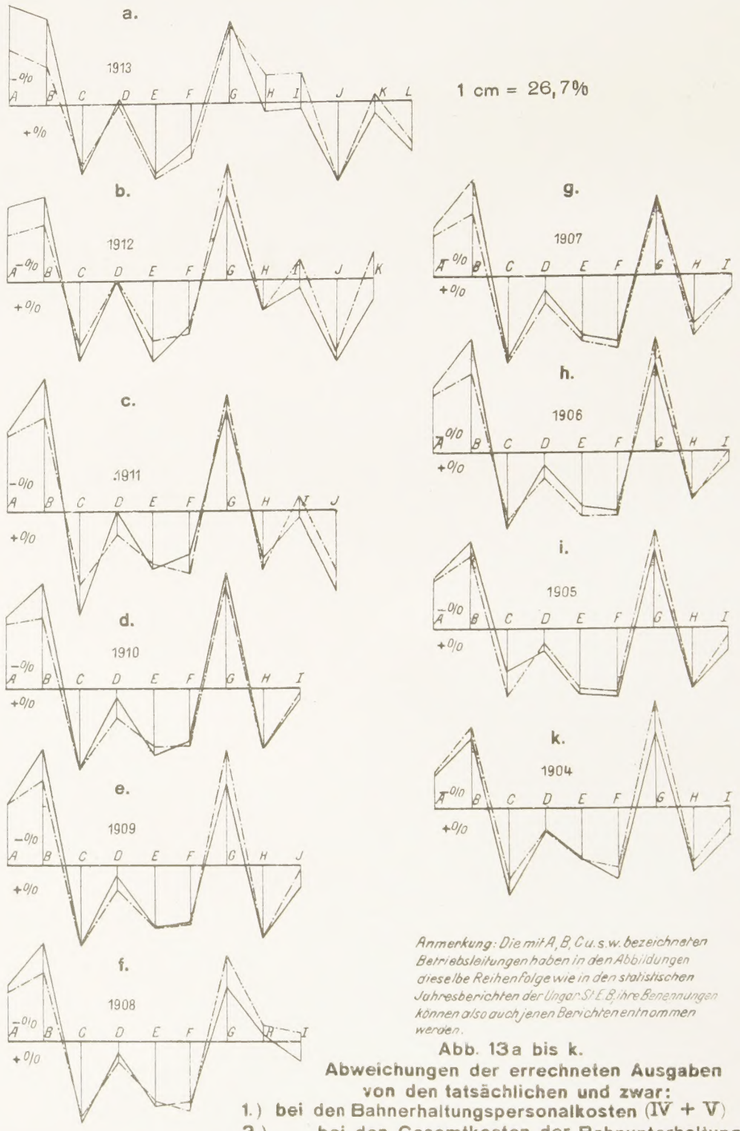


Abb. 12.



Zum Aufsatz:
Die statistische Behandlung der Bahnunterhaltungskosten.



Anmerkung: Die mit A, B, C u. s. w. bezeichneten Betriebsleitungen haben in den Abbildungen dieselbe Reihenfolge wie in den statistischen Jahresberichten der Ungar. St. E. B. ihre Benennungen können also auch jenen Berichten entnommen werden.

Abb. 13a bis k.
Abweichungen der errechneten Ausgaben von den tatsächlichen und zwar:
1.) bei den Bahnerhaltungspersonalkosten (IV + V)
2.) bei den Gesamtkosten der Bahnunterhaltung.

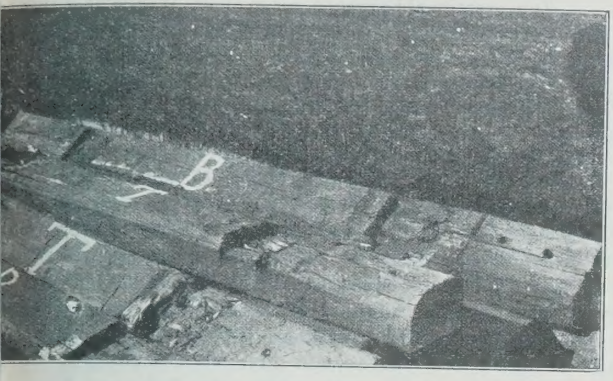
C. W. Kreidel's Verlag, München.

F. Wirtz, Darmstadt.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Erfahrung mit Teeröl- und Basilit-Schwellentränkung.

Die Niederländischen Staatsbahnen haben im April 1926 die len der Vergleichsstrecke, über die im Organ 1924, Seite 74 et wurde, vollständig ausgebaut, um ein erschöpfendes Urteil lie Bewährung der basilitgetränkten Schwellen zu erhalten.



Mechanische Abnützung der Schwellen.

sich dabei gezeigt, dafs diese Schwellen im grofsen und ganzen ch bedeutend weniger gut erhalten hatten, als die mit Teeröl ten. Das Ergebnis der Prüfung war so, dafs von den aus- n Schwellen sich als unbrauchbar zeigten:

	Teerölschwellen	Basilitschwellen
Auftretens von Rissen . . .	149	210
mechanischen Verschleifses .	219	293
Fäulnis	30	90
nstigen Gründen oder vor 1 1926 ausgewechselt	20	107
	418	700
verwendbar	482	180
	900	880

ffällig ist die starke mechanische Abnutzung beider Schwellen- ie auf dem beistehenden Bilde deutlich sichtbar ist. (B mit T mit Teeröl getränkte Schwellen.)

Ing. Maas-Geesteranus.

Eisenbahnschwellen aus Eisenbeton.

r Ingenieur Gaudin hat eine neue Eisenbahnschwelle aus on hergestellt. Diese soll nicht mit den bekannten Fehlern er versuchsweise eingebauten Schwellen aus diesem Material sein.

e Schwelle hat die Form eines umgekehrten U mit verstärktem Die Länge beträgt bei Vollspurbahnen 2,40 m, die Höhe 15 cm obere Breite 20 cm; an der Auflagerfläche hat sie eine Ver- von 10 cm. An den Enden und in der Mitte ist sie als welle, unter den Auflagerflächen der Schienen als Vollschwelle det. Das Gewicht der Schwelle beträgt 160 kg. Sie kann bis vier Mann getragen werden. Der Länge nach hat sie pelte Armierung (sechs Rundeisen von 8 mm Durchmesser chs Rundeisen von 7 mm Durchmesser unten). Die Quer- ig ist durch 4 mm starke Bügel hergestellt. Die Längs- ig wird unter den Auflagerflächen der Schienen durch vier geschlossene Rundeisen und die Querarmierung durch in sich sene Bügel verstärkt. Dadurch soll ein von Eisen umhüllter er Betonkern geschaffen werden.

oberen Teil der Schwelle sind Ausdehnungsfugen durch ierung geteerter Papierstreifen gebildet, die über die Ver- seisen der Längsarmierung gehängt werden.

durch sollen Rifsbildungen im Beton verhindert werden. ie rollende Last sollen sich die Fugen öffnen und infolge tizität der Eiseneinlagen wieder schliefsen. Nach Meinung nders wird so die Zähigkeit des Materials erreicht, die man r Eisenbetonschwelle abstreitet.

Abb. 1 zeigt den Längenschnitt durch die Schwelle ohne Armierung, Abb. 2 den Längenschnitt mit Armierung, Abb. 3 zeigt den Schnitt durch die Schienenachse und Abb. 4 den Schnitt durch die Gleisachse.

Die Befestigung der Schienen auf der Schwelle ist aus Abb. 1 zu ersehen.

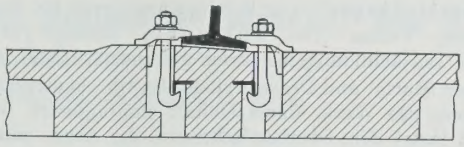


Abb. 1.

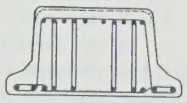


Abb. 3.

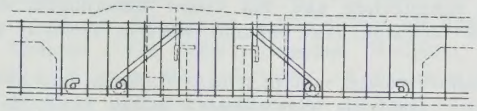


Abb. 2.

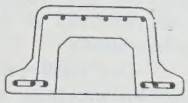


Abb. 4.

Die Schwelle wurde auf einer französischen Vollspurbahn mit einem zulässigen Achsdruck von 19 t seit Jahren beobachtet und soll sich gut bewährt haben.

Bulletin, Januar 27. Sch.

Vorrichtung zur Aufzeichnung des Streckenzustandes.

Die russischen Bahnen besitzen eine Vorrichtung von Dolgow ähnlich der von Rossignol-Hallade zur Aufnahme des Streckenzustandes. Sie soll schlechte Schienenstöfse, abgenützte Schienen, schwache Befestigungen, mangelhaft unterstopfte Schwellen, schlechte Höhenlage der Strecke und nicht gut liegende Weichen erkennen lassen. Zu diesem Zweck ist sie mit einem Überhöhungsmesser, einem Instrument zur Längenprofilaufnahme, einer Anzeigevorrichtung für senkrechte und wagrechte Stöfse und einem Spurweitenmesser versehen.

Die Vorrichtung ruht auf zwei Wagenradsätzen, die durch ein gabelartiges Gestell miteinander verbunden sind und befindet sich im Innern eines Wagenkastens, der die Bedienungsmannschaft aufnimmt, ohne jedoch mit ihm verbunden zu sein. Dadurch wird erreicht, dafs die Aufzeichnungen vom Wagen nicht beeinflufst werden.

Der Überhöhungsmesser besteht aus zwei Pendelgewichten von je 32 kg, die an einem dem Gleis parallelen Träger derart aufgehängt sind, dafs sie sich nur senkrecht zur Bewegungsrichtung des Zuges bewegen können. Infolge ihres Gewichtes nehmen sie eine lotrechte Stellung ein und behalten diese auch, wenn die Kurve langsam befahren wird, so dafs durch das Hebelwerk die Schrägstellung des Trägers, die der Gleisüberhöhung entspricht, aufgezeichnet werden kann. Wird allerdings in Kurven die Fahrtgeschwindigkeit nicht auf ein Mindestmafs herabgesetzt, so nehmen die Pendel infolge der Fliehkraft eine schräge Stellung ein, was zu einem falschen Bild über die Gleislage führen mufs.

Die Aufnahme des Längenprofils erfolgt mit einem ähnlichen Apparat; in diesem können die Pendel nur in Zugrichtung ausschlagen. Durch unruhigen Lauf scheinen hier die Aufzeichnungen ungünstig beeinflufst zu werden.

Die Vorrichtung zum Anzeigen der auftretenden lotrechten und wagrechten Stofskräfte ist mit dem Gestell durch einen senkrecht gestellten Rahmen, in dessen Mittelpunkt eine Masse durch je ein in senkrechter und wagrechter Richtung angeordnetes Federpaar in der Schwebe gehalten wird, starr verbunden. Beim Auftreten eines Stofses wird die Masse M im ersten Augenblick in Ruhe bleiben und es kommt die relative Bewegung zwischen Rahmen und Masse in einem Zeigerausschlag zum Ausdruck, der ein Mafs für die Gröfse der Stofskraft darstellt.

Der Spurweitenmesser besteht in der Hauptsache aus einer wagrechten, in der Mitte geteilten Stange, deren beide Teile durch eine kräftige Spiralfeder derart auseinander gedrückt werden, dafs sie sich mit den Enden, an denen Rollen angebracht sind, an den Schienenkopf anlegen. Bei Spurweitenänderung führen beide Teile eine Bewegung aus, die aufgezeichnet wird.

Die Geschwindigkeitsaufnahme beruht darin, dafs auf einen Papierstreifen, dessen Vorschub dem zurückgelegten Weg proportional ist, alle 20 Sekunden ein Zeichen aufgedrückt wird.

Aus der Beschreibung scheint hervorzugehen, dafs richtung sich zur Aufnahme dynamischer Erscheinungen eh eignet wie die von Rossignol.

Buchbesprechungen.

„Oberbau und Gleisverbindungen" von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. A. Blofs, Dresden, Verlag Jul. Springer, Berlin, 1927, 174 Seiten mit 245 Textabbildungen. Preis gebunden: 13,50 *M*.

In der derzeitigen Sturm- und Drangperiode des Oberbauwesens der Eisenbahnen kommt das Werk einem lebhaft empfundenen Bedürfnis entgegen und bietet dem Oberbaufachmann, der heute stark überlastet ist, einen wohltuenden Überblick über den bis heute erreichten Stand sowie die Aufgaben der Zukunft — ein Überblick, der bei den vielen Einzelheiten und den vielen Neuerungen, die nur verstreut in der Literatur usw. bekannt werden, verloren zu gehen droht.

Der verdienstvolle Verfasser sagt in seinem Vorwort, dafs zwar die Entwicklung noch nicht als abgeschlossen gelten kann, dafs sie aber doch heute genügend zu übersehen ist, um mit dem Werke einen vorläufigen Abschlufs zu wagen. Wir stimmen ihm hierin vollständig zu.

Das ganze Werk ist in zwei Teile gegliedert: Oberbau und Gleisverbindungen. Im ersten Teil behandelt der Verfasser den eigentlichen Oberbau (Schiene, Schwelle, Bettung usw.), seine Geschichte, die Beziehungen zwischen Schiene und Rad, die Berechnung des Eisenbahngleises einschliefslich der dynamischen Wirkungen der Verkehrslasten, die Messungsmethoden dieser, die Einzelteile eines Gleises, das Gleis als Ganzes sowie die Unterhaltungs- und Gleisbauarbeiten.

Der besondere Wert der Neuerscheinung liegt darin, dafs alle Neuerungen und Bestrebungen der Neuzeit Berücksichtigung fanden wie z. B. das Schweifsen der Schienenstöfse und Überbauteile, das Federn von Schienen auf den Schwellen, die Eisenbetonschwellen, die Gleiskrümmungen unter 100 m, die Schienenbefestigung auf Mauerwerk, die Ursachen der Riffelbildung, die Ergründung der dynamischen Wirkungen am Gleis, die Verwertung der Altstoffe durch Auffrischung, die neuesten Oberbauformen — dann die Verwendung von Maschinen beim Bau und bei der Unterhaltung von Gleisen, wie Gleislegekranen (Gleisverlegungsmaschine Hoch fand leider keine Erwähnung), Walzen der Bettung, Gleisstopfmaschinen und Unkrautbeseitigung mit Maschinen und Giftmitteln usw.

Im zweiten Abschnitt folgt eine Besprechung der Gleisverbindungen und zwar der Weichen und Kreuzungen mit ihren vielen neuzeitlichen Veränderungen, dann der Drehscheiben und Schiebebühnen.

Zum erstenmal begegnen wir in einem Werke über Obe der Beschreibung der verkürzten Weichen von Dr. Ing. und der Maschinenfabrik Vögele, Mannheim, die auf d des Weichenbaues eine führende Stellung sich gesicher erwähnen sind ferner die Entgleisungs- und die Ausl (letztere mit fester Zunge), die Entwicklung von Weich einschliefslich der mit Steilweichen, die neueren Konstrukt sätze für Weichen und Kreuzungen, die Federweichen, E Federherzstücke, dann die geometrische Berechnung de und schliefslich die Besprechung der neuesten Drehsch Schiebebühnenformen. Auch die Feuerleinsche Gelenkd die eine Ausführung bisher noch nicht erfahren hat, findet E

Den Schlufs bildet eine Beschreibung und Würd einzelnen neueren Gleisabschlüsse (Prellböcke) — vor alle Palitzsch und Rawie und ihrer Bremsleistungen.

Das kurzgefafste, mit wohltuender Ruhe und Klarh guter Sprache geschriebene Werk füllt zweifellos bei den Stande der Oberbaufragen eine empfindliche Lücke aus sind dem Verfasser zu Dank verpflichtet, dafs er aus seine praktischen und theoretischen Wissen heraus sich dieser r und schwierigen Aufgabe unterzogen hat.

Es kann nicht erwartet werden, dafs in allen F scharfe kritische Würdigung aller Neuerungen, von d sich erst in Flufs befinden, gegeben wurde, so sehr dies dem stark belasteten Praktiker als Erleichterung und fe empfunden würde.

Doch können eben in Oberbaufragen erst die Jahre vol über Gut oder Böse, über Wirtschaftlichkeit oder Versc bringen.

Das Werk von A. Blofs ergänzt in wertvoller We allem auch nach der theoretischen Seite hin — die aus ein praktischen Erfahrung geborenen „Grundlagen des Gleisb Altmeisters der Bahnunterhaltung Geh. Baurates Karl B (Berlin 1920, Verlag Wilh. Ernst & Sohn).

Beide Werke gehören nebeneinander auf den Arbeitst Oberbaufachmannes.

Der Verlag hat in gewohnter Weise dem wertvoll auch eine vornehme gediegene äufsere Ausstattung zute lassen.

Zuschrift an die Schriftleitung.

Halbselbsttätige, elektrisch gesteuerte Weichen einer Verschiebeanlage.

In Nr. 21 vom 15. 11. 1926 des „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" ist auf Seite 429 eine Besprechung: „Halbselbsttätige, elektrisch gesteuerte Weichen einer Verschiebeanlage" enthalten.

Es wird darin der Anspruch des französischen Erbauers Descubes der selbsttätigen Ablaufanlage in Blainville erwähnt, der erste auf diesem Gebiete gewesen zu sein. Dieser Anspruch wird in einer Fufsnote des Artikels im Génie Civil, Bd. 89, Nr. 4 vom 24. 7. 26, Seite 69 ff. erhoben, auf die sich die Besprechung bezieht. Diese Fufsnote lautet wörtlich:

„Comme il a été expliqué dans le Génie Civil du 6 février 1926 (t. LXXXVIII, Nr. 6, p. 144) ce système, pour lequel une demande de brevet allemand était en instance au moment où la guerre fut déclarée, a été copiè sans difficulté, en Allemagne, pendant et depuis la guerre, la gare de Lumes ayant été occupée par l'ennemi en août 1914, et son installation démontée, puis expédiée en Allemagne. Actuellement, la gare de Lumes a été rééquipée, et le système Descubes a été, en outre, installé aux gares de Blainville (réseau de l'Est) et de Metz-Sablons (réseau d'Alsace-Lorraine). Les contrefaçons allemandes n' empêchent p système a été créé et appliqué pour la première fois en

Demgegenüber stelle ich fest, dafs die erste bekannt g Anordnung selbsttätiger Ablaufanlagen, bei denen die Wa der Reihe nach wie bei Descubes die erforderliche Weiche vornehmen, von mir in dem Patent Siemens & Halske, N Kl. 20, Gr. 11, vom 20. 10. 1908 angegeben wurde. Nac Patent ist in Deutschland schon 1911 die Anlage in Kall Betrieb genommen worden. Die Durcharbeitung dieser Anla sich auf Vorschläge, die zwei Jahre früher (1909) von gemacht wurden. Die Anlage ist dann später (1915) nach Westfalen gebracht worden, wo sie sich in jeder Beziehun hat. Sie ist aber beim Ruhreinbruch 1923 durch die Franz Stillstand gekommen, indem während der Besetzung Teile Anlage entfernt worden sind. Eine Wiederherstellung d ist veranlafst. Die erneute Inbetriebnahme war bisher nich weil der Ablaufberg wegen darunter befindlicher Bergwerke Nach Wiederherstellung des Rückens steht der Wiederinbetr der Anlage nichts mehr im Wege. Dr.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Mün
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
iftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 15. Juni 1927 Heft 11

Oberbau der grofsen Geschwindigkeiten und grofsen Achsdrücke: Das Gleis auf Federn und festen Stützen.

Von Dr. techn. **Alfred Wirth**, Bundesbahndirektor in Wien.

(Schlufs.)

III. Die einzelnen Teile des Gleises.

Die einzelnen Teile der vorgeschlagenen Gleisbauart sind n Abb. 10 bis 24, beispielsweise dargestellt. Ich erwähne ücklich, dafs die Abbildungen, die durchweg eigene Ent- sind, hauptsächlich dazu dienen, eine Möglichkeit der hrung zu versinnbildlichen, ich bin mir hierbei vollkommen st, dafs es auch andere geeignete Lösungen geben wird. Einzelheiten wie Schrauben, Durchmesser von Stäben usw. ich überhaupt nicht ein. Es kommt mir nur auf das dsätzliche an und darauf, zu beweisen, dafs eine Lösung r angegebenen Art möglich ist.

Die Schiene und die Neigung der Schiene. Die bisher übliche Schiene — es kommt nur die Breitfufs ol-)Schiene in Betracht — wäre ungeändert beizubehalten. Schienenformen sind erprobt, kleine Änderungen in der orm, im Steg usw. werden sie immer mitmachen, es ist gleichgültig, ob die Schiene auf Schwellen oder auf n und festen Stützen ruht. Die Breite des Schienenfufses eim Oberbau auf Federn nicht mehr von dieser ausschlag- den Bedeutung wie beim Querschwellenoberbau, weil eine reite von 12 cm vollkommen genügt, um die Federn zubringen und weil das Kippmoment der Schiene nicht eim Querschwellenoberbau durch Platten und Befestigungs- l am Schienenfufs, sondern in anderer Weise aufge- en wird.

Die von mir früher betonte Notwendigkeit einer über- eren Schiene, um eine ruhige Lage des Gleises in der ng zu gewährleisten, fällt hier in dieser Schärfe weg, rdem dürften hier die auf die Schiene einwirkenden ngsmomente geringer werden, weil die Stützensenkung gleichmäfsige wird und weil die Gefahr der Vergröfserung Stützenabstände, die bei den Schwellen in der Bettung unvermeidliche Betriebserscheinung ist, nunmehr wegfällt.

Dennoch möchte ich auch hier für eine tige Schiene eintreten, weil eine schwere Schiene r den Druck gleichmäfsiger auf die Stützen verteilt, bei rgewöhnlichen Ereignissen auch aufsergewöhnlichen Be- uchungen gewachsen ist und weil die Mehrausgabe für schwere Schiene, wie bereits erwähnt, nicht so sehr ins cht fällt. Auf den Schienenstofs komme ich später zurück.

Die Neigung der Schiene. Die Frage, ob die ne lotrecht oder nach innen geneigt mit einer Neigung 1 : 20 1 : 40, auf der Unterlage aufruhen soll, wird von den verwaltungen verschieden beantwortet.

Im Gebiete des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen den Schienen eine Neigung gegeben. Der § 7 der nischen Vereinbarungen lautet: »Es wird empfohlen, den nen eine Neigung nach innen von 1 : 20 zu geben«. Ein g besteht somit nicht, doch haben die einzelnen Bahn- ltungen in ihren Vorschriften die Neigung bindend vor- rieben.

In den Weichen werden die Schienen teils geneigt, teils cht gelagert, in neuerer Zeit wird der Einfachheit der Konstruktion halber die lotrechte Schienenstellung bevorzugt. Schliefst daran eine Strecke mit geneigter Schienenstellung an, so ist der Übergang anschliefsend an den Weichenstofs vorzunehmen. Die österreichischen Weichen der Schienenform A (44,4 kg/m) mit federnden Weichenzungen haben lotrechte Stellung der Schienen. Der Übergang auf die Neigung der anschliefsenden Schiene bietet Gelegenheit zu beobachten, ob durch die geneigte oder durch die lotrechte Stellung der Schiene eine gröfsere oder sonst ungünstigere Schienenabnützung — die Räder der Fahrzeuge haben die Kegelform — auftritt, es ist jedoch ein Unterschied in der Abnützung nicht bemerkbar. Auch von Seiten der Bahnunterhaltungsbeamten sind Klagen über Nachteile der lotrechten Stellung der Schienen in den Weichen nicht geäufsert worden.

Ich trete bei dem von mir vorgeschlagenen Oberbau für die lotrechte Stellung der Schienen ein, zumal der Gefahr des Kantens der Schiene, eine Mitursache oder sogar Hauptursache der Schiefstellung, durch Festhaltung der Schiene mittelst einer geeigneten Querverbindung der beiden gegenüberliegenden Schienen begegnet werden.

Dennoch möchte ich hier auch andere Meinungen, das Abrollen der Räder auf lotrecht gestellten Schienen betreffend, zu Worte kommen lassen.

Im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1925, Seite 343, ist eine der Revue générale des chemins de fer*) entnommene Mitteilung folgenden Inhalts enthalten:

„Die Eisenbahnschienen wurden in Frankreich bis zum Jahre 1908 allgemein mit einer Querneigung 1 : 20 entsprechend der Kegelform der Radauflauffläche verlegt, bis in diesem Jahre nach dem Beispiel amerikanischer Bahnen Versuche mit der senkrechten Stellung der Schienen auf den Schwellen gemacht wurden. Die einzelnen Gesellschaften haben darum auf ihrem Netz Versuchsstrecken eingerichtet. Die im August 1921 eingestellten Untersuchungen an den im vollen Betriebe befahrenen Versuchsstrecken haben folgende Wahrnehmungen ergeben:

1. Die Schienen zeigen eine Verdrückung des Materials senkrecht zur Gleisachse, die an der Innenseite des Schienenkopfes einen Überhang bis zu 2 mm hervorruft.

2. An den Stöfsen zeigt sich ein Fliefsen des Schienenmaterials in der Fahrtrichtung.

3. In den Gleisbogen ist ein Kanten der Schienen nach aufsen festzustellen, wodurch je nach dem Zustand der Befestigungsmittel und der Schärfe der Kurve Spurerweiterungen bis zu 4,5 mm auftreten.

4. In den Gleisbogen von 500 m arbeitet sich der Schienenfufs an der Aufsenkante in den Schwellenschraubenschaft ein, die unterlegten Pappelholzplättchen zeigen an der Aufsenseite im allgemeinen nur noch 70% ihrer ursprünglichen Dicke, was als weiterer Beweis für das Kanten nach aufsen anzusehen ist.

5. Die Schienen fahren sich genau nach der Kegelform der Räder ab.

Nach Überprüfung dieses Ergebnisses wurde beschlossen, die lotrechte Stellung der Schienen nur dort weiterzubehalten, wo sie die Konstruktion des Oberbaues erleichtert, auf der freien Strecke wieder zur Neigung 1 : 20 zurückzukehren. Um weitere Erfahrungen

*) Revue générale des chemins de fer, 1925, Heft 1.

zu sammeln, wurden auf den einzelnen Netzen Probestrecken in ganz geringer Länge beibehalten.“

Dagegen tritt Braun*) in einem Aufsatz »Schiene und Radreifen« für die lotrechte Stellung der Schienen, allerdings aber auch für die zylindrisch gedrehten Radreifen, wie dies in Amerika üblich ist, ein.

Sollte die Neigung der Schiene mit Rücksicht auf die in Europa übliche Kegelform der Räder, tatsächlich einem besseren Ablaufen der Räder auf den Schienen nützlich sein, so kann die Neigung durch eine entsprechende Ausgestaltung der Schienenauflagerung erreicht werden.

B. Die Schraubenfeder und die Federschutzhülse.

Die im vorhergehenden Abschnitte enthaltenen Ausführungen über den Grad der gewünschten Elastizität des Gleises und über die Berechnung einer Feder haben gezeigt, dafs Federn möglich sind, die den zu stellenden Anforderungen entsprechen.

Um die Beanspruchung der Feder möglichst klein zu erhalten und den Druck zwischen Feder und Schiene und zwischen Feder und Unterlagsplatte zu verringern, spreche ich mich, wie bereits angedeutet, für die Verwendung zweier entsprechend leichterer Federn für jede Stütze (Doppelfedern) aus, wenngleich zwei Federn teuerer sind als eine einzige derselben Wirkung. Die Doppelfeder hat noch den Vorteil, dafs bei Bruch einer Feder die andere noch wirksam bleiben kann, zumal bei einer stärkeren Durchbiegung einer überbeanspruchten Feder infolge der Steifigkeit der Schiene sofort die Federn der Nachbarstützen die Last mittragen helfen.

Ich habe zwei Schraubenfedern ausführen lassen, sie haben die vorher angegebenen Mafse: Aufsendurchmesser 90 mm, Innendurchmesser 30 mm und Drahtstärke 30 mm. Die freie Höhe der einen Feder ist 112, die der anderen 110, beide Federn wiegen zusammen 5,8 kg. Die Federn sind aus Siliziumfederstahl Marke »Böhler 2 Si« ölgehärtet, hergestellt.

Die beiden Federn wurden im Werke Kapfenberg in meiner Gegenwart einer Erprobung auf Durchbiegung unterzogen, die folgendes Ergebnis hatte:

1. Feder		2. Feder	
Belastung kg	Höhe mm	Belastung kg	Höhe mm
0	112,0	0	110,0
1000	111,5	1000	109,5
2000	111,0	2000	109,0
3000	110,5	3000	108,5
4000	110,0	4000	108,0
5000	**109,5**	**5000**	**107,5**
6000	109,0	6000	107,0
7000	108,5	7000	106,5
8000	108,0	8000	106,0
9000	107,5	9000	105,5
10000	107,0	10000	105,0
11000	106,5	11000	104,5
12000	106,0	12000	104,0

Die Feder wurde nach jedem Druckversuch immer wieder vollständig entlastet, so dafs der Druck von 12 t nicht durch allmähliche Gewichtserhöhung entstand, sondern unmittelbar zur Wirkung gelangte.

Die Druckversuche wären fortgesetzt worden, wenn der Betriebsdruck (es war gegen Arbeitsschlufs) dafür ausgereicht hätte; nach Aussage des die Versuche leitenden Ingenieurs wäre auch bei 15 t die Senkung der Feder noch genau im Verhältnis zur Kraft gewesen.

Da die Inanspruchnahme einer Feder bei einem Achsdruck von 25 t selbst bei Berücksichtigung der zu erwartenden dynamischen Einwirkung nicht über $\frac{10}{2}$ t (Doppelfeder) h

gehen wird, für welchen Druck die Einsenkung mit 2 gemessen wurde, so ist bei einer solchen Feder eine w liche Unterbeanspruchung vorhanden, die auf die Halth der Feder günstig einwirken wird. Der unbedeutende schied in der Durchbiegung der errechneten Feder von 0,5 für 1000 kg Last, gegenüber der ausgeführten Fede 0,500 mm, erklärt sich aus der Annahme eines etwas zu k Gleitmoduls, d. i. jener Ziffer, die in der Formel fü Durchbiegung das Federmaterial zum Ausdruck bringt gewählte Federmaterial hat sich noch um etwas härter er als dies in der Rechnung angenommen war. Die zu erwa gröfste Senkung (Durchbiegung) der Feder im Betrieb Ausmafse von 2,5 mm ist, wie ich bereits erwähnte, etw gering, die Feder ist etwas zu hart. Um eine nachgieb weichere Feder bei gleichem Material, gleicher Anzah Windungen, gleicher Höhe und gleicher Drahtstärke z halten, braucht man nur den mittleren Halbmesser der der bei der vorliegenden $\frac{30}{2} + \frac{30}{2}$ mm = 30 mm beträgt, zu vergröfsern, also die Feder bei der Herstellung um stärkeren Dorn zu wickeln.

Die gröfsten Feinde der Federn sind der Rost und Kälte; werden diese durch entsprechende Ölung der F gute Abdeckung usw. möglichst fern gehalten, so ist die der Wirksamkeit der Federn in Anbetracht der Unter spruchung nahezu unbegrenzt. Erfahrungen über das v sichtliche Verhalten der Schraubenfedern im vorgeschla Oberbau liegen nicht vor, doch werden Schraubenfeder Automobilverkehr und im Eisenbahnverkehr bei den Fahrz seit Jahren mit Erfolg verwendet und sind dort nicht nu stärksten Erschütterungen, sondern auch der Nässe und im weitgehendsten Mafse ausgesetzt.

Die von dem Stahlwerke angegebenen Verschiedenh in den freien Federhöhen von 3 mm als Folge der M erzeugung, sind keineswegs störend, auch dann nicht, we Wirklichkeit Verschiedenheiten bis zu 5 mm vorkommen wü Man wird beim Verlegen der Federn aus der Menge gelieferten Federn solche mit gleicher Höhe aussuchen gleich hohen auf ein längeres Stück verlegen, daran anschlie ein Gleisstück mit Federn die z. B. um 1 mm höher sind, statten, anschliefsend wieder ein Gleisstück mit etwas höheren untereinander gleichen Federn, so dafs alle Federn verw werden können, ohne dafs die Stetigkeit des Gleises dar leidet, oder an der Höhe der Schienenstützen etwas geä werden mufs. Sind kleine (unvermeidliche) Unregelmäfsigk in der Höhenlage der Schienenstützen vorhanden, so k sie durch richtige Anwendung entsprechend hoher Federn geglichen werden.

Die Lagerung der Schraubenfedern, sowi Federn selbst sind in Abb. 10, 11, 12 und 13 ersichtlich. Federn liegen auf einer Unterlagsplatte, die ich im näc Abschnitt eingehend beschreibe, die Schiene kann unmitt auf den Federn aufliegen, sie kann aber auch — ich dies für das zweckmäfsigere — auf einer hülsenartig gebo Platte (Federschutzhülse) liegen, die über die Federn wird, so dafs die Federn bedeckt und von den kleinen Lä und Querbewegungen der Schiene unberührt sind.

Die Federschutzhülse. In den Abb. 10, 11, 12 u habe ich auch eine Federschutzhülse (mit F bezeichnet) gestellt. Es ist dies eine hülsenartig gebogene Platte, mittlerer wagrecht liegender Teil, der innerhalb der Seiten der Unterlagsplatte zu liegen kommt, etwas breiter als d schützende Feder, aber schmäler als der Abstand a der S wände gewählt wird und deren aufserhalb der Unterlags

*) Glasers Annalen 1916, Bd. 2.

en Teile (Flügel) an dem aus dem Unterlagsquader agenden Plattenrand beiderseits rechtwinklig nach abgebogen werden. Diese beiden Seitenflügel können entetwas breiter als der Abstand a der Seitenwände sein, s sich die Hülse gegen den Rand der Unterlagsplatte und dadurch nicht verschoben werden kann oder als Ausführungsform, etwas schmäler als a sein, in welchem urch ein Einschieben je eines lotrecht gestellten Bleches en den abwärts gebogenen Seitenflügeln und dem Unterttenrand, die Schutzhülse gegen Längsverschiebungen ert wird. In beiden Fällen wird durch die Hülse der zwischen den Unterlagsplattenwänden schachtelartig abssen, die Seitenteile der Hülse dürfen jedoch nicht bis oden reichen, damit die Hülse die Durchbiegungen der ungehindert mitmachen kann. Zweckmäfsig wird man en mittleren Teil der Schutzhülse an den beiden Längsnach abwärts biegen, damit sich die Feder icht seitlich verschieben kann.

ine weitere Ausführungsart der Federschutzkönnte darin bestehen, der Hülse etwa die einer Geschofshülse zu geben, die über die gesteckt wird. Verwendet man eine obere ne untere Hülse, die obere mit einem etwas en Durchmesser als die untere, so dafs sie ber die untere hinwegbewegen kann, so die Feder vollständig in eine Kapsel einssen. Dies würde die Erhaltung der Ölung eder und die Freihaltung von Rost und Kälte wohl sehr erleichtern, aber sehr Kosten verursachen und überdies noch ere Vorkehrungen zur Verhinderung des iebens der Federkapsel erforderlich machen. ehe daher bei meinen Darstellungen auf Form der Schutzhülse nicht weiter ein.

Die Schutzhülse hat nicht nur die Aufgabe, flagerung zwischen Schienenunterkante und n zu verbessern und die Federn vor Verungen und Verdrehungen zu schützen, sie uch die Aufgabe von den Federn Wasser, chnee und Staub fernzuhalten. Sollte die vielfach übliche Neigung der Schiene durchibehalten werden müssen — ich habe mich nderer Stelle entschieden dagegen auschen — so könnte dies durch Abschrägung ufsenseite des zwischen Feder und Schienenfufs liegenden der Schutzhülse erreicht werden. Die Schraubenfedern n im Betriebe ausgewechselt werden, ohne dafs die Schienen ommen werden müssen. Zu diesem Zwecke ist der im en Abschnitt besprochene Unterlagsquader im Falle der ndung einer U-förmigen Unterlagsplatte, parallel zur enachse ausgeschlitzt und die Untermauerung der Stützen nur bis zur Höhe der Sohle der Unterlagsplatte ausgt. Hebt man die unbelastete Schiene mittelst einer einHebevorrichtung z. B. einer Stange um wenige Milliund biegt die Ränder eines Seitenflügels der Schutzhülse w. entfernt man das zwischen Seitenflügel und Unterlagsrand eingeschobene Blech, so kann die Schutzhülse samt edern herausgenommen werden.

C. Die Schienenstütze (Stützenmauer).

Die Schienenstütze, die ich in Vorschlag bringe, besteht Unterlagsplatte, Unterlagsquader und Unterrung.

Verbindet man die Stützen einer Schiene untereinander, ibt sich die Form einer Längswand (Längsmauer), die der Schienenachse parallel zur Schiene verläuft; die Schienen des Gleises ruhen dann auf zwei Längsmauern, die im Erdreich eingebettet, von einander unabhängig, aber auch untereinander verbunden sein können. Würden die beiden Längsmauern durch Ausmauerung des Zwischenraumes miteinander verbunden werden, so hätten wir einen einheitlichen Mauerkörper vor uns. Auf eisernen Brücken ohne durchgehende Bettung treten an die Stelle der Unterlagsquader und Untermauerung die Quer- und Längsträger, an welchen die Unterlagsplatten in geeigneter Weise befestigt werden können.

1. Die Unterlagsplatte.

Die Unterlagsplatte hat die Aufgabe, der Feder ein entsprechendes Lager zu bieten und den Schienenfufs so festzuhalten, dafs die Schiene seitlich nicht ausweichen, jedoch die lotrechten und die aus der Wärmeänderung entstehenden Längsbewegungen durchführen kann. Dies wird erreicht, wenn man die parallelen Seitenwände der Unterlagsplatte in einem Abstand (a) herstellt, der gleich der Schienenfufsbreite

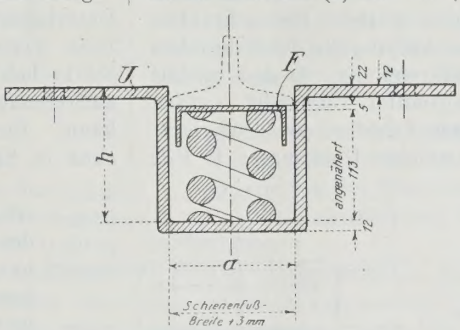


Abb. 10.

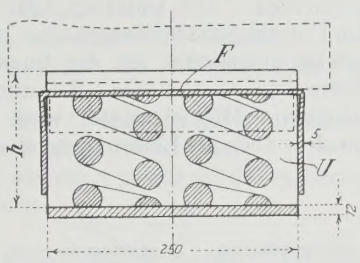


Abb. 11.

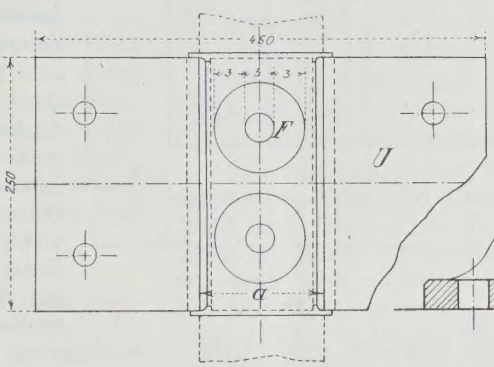


Abb. 12.

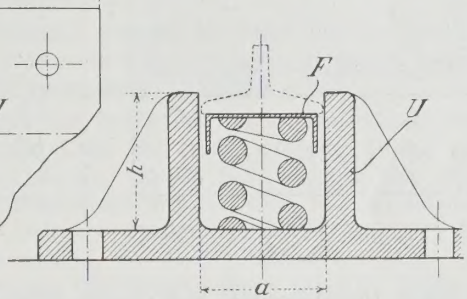


Abb. 13.

vermehrt um etwa 2 bis 3 mm ist. Mit Verschiedenheiten der Fufsbreiten von 1 mm von der vorgeschriebenen Schienenform ist aus walztechnischen Gründen zu rechnen. Wenn nun eine Schiene in die genau ausgerichteten Unterlagsplatten eingelegt wird, so wird sie sich je nach ihrer Abweichung von der mathematisch genauen Mittellinie auf die eine oder die andere Seitenwand der Unterlagsplatte stützen, so dafs immer noch an der anderen Seitenwand ein kleiner Abstand von etwa 1 bis 2 mm verbleibt, der grofs genug ist, um die lotrechten und Längsbewegungen zu ermöglichen und klein genug ist, um seitliche Schwankungen praktisch unfühlbar zu machen. Die Höhe (h) der Seitenwände der Unterlagsplatten richtet sich nach der Höhe der Feder vermehrt um die Höhe etwa notwendiger Einlagen, die unterhalb oder oberhalb der Feder angeordnet werden, und um jenes Mafs, das notwendig ist, um ein Erheben des Schienenfufses über die Seitenwände der Unterlagsplatte im Betriebe zu verhindern.

Der Schienenfufs wird sich an den Seitenflächen der Unterlagsplatten reiben, es ist dies die einzige Stelle dieses Oberbaues, an der bewegte und feste Teile in unmittelbare Berührung kommen. Es wird Sache der Erwägung und der Erfahrung sein, allenfalls den Abstand der Seitenwände der Unterlagsplatte noch mehr zu erweitern, um auf beiden Seiten

Stahlblecheinlagen anzubringen, die der Abnützung unterworfen und die auswechselbar sind. Es ist nicht schwer, diese Blecheinlagen an der Unterlagsplatte durch Umbiegen oder durch Ansätze gegen Verschiebung zu sichern. Die Blecheinlagen sind in verschiedener Stärke herstellbar, sie können dadurch auch zum Ausgleich zu grofser oder zu kleiner Spielräume zwischen Schienenfufs und Unterlagsplatte mit Vorteil verwendet werden. Ich glaube aber, dafs Blecheinlagen erst im Betriebe nach jahrelanger Verwendung des Gleises eine gewisse Rolle spielen werden.

Eine Form der Unterlagsplatte (U), die den vorgenannten Bedingungen entspricht, habe ich in den Abb. 10, 11 und 12 entworfen. Es ist dies eine rechtwinklig abgebogene Platte, die in den Unterlagsquader eingebettet wird, so dafs sich der Quader der Platte vollkommen anschmiegt. Diese Unterlagsplatte ist gewifs denkbar einfach und hüttentechnisch leicht herstellbar. Die Unterlagsplatte wird mittelst Steinschrauben am Unterlagsquader festgehalten, die Anbringung der Schrauben erfolgt gleichzeitig mit der Quaderherstellung, so dafs anstatt Schrauben auch andere Befestigungsmittel verwendet werden könnten. Möglicherweise wird zum Schutze des Unterlagsquaders noch die Einbringung einer weichen Unterlage z. B. Filz

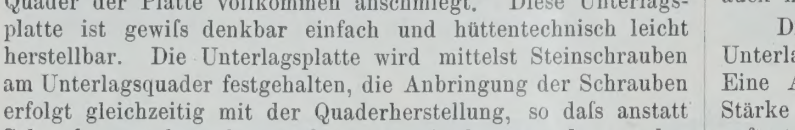


Abb. 14.

Abb. 15.

zwischen Unterlagsplatte und Quader notwendig sein. Unterlagsplatte und Quader sind seitlich offen, damit sich innerhalb der Unterlagsplatte kein Wasser ansammeln kann und die Federn samt Schutzhülse ohne Abnehmen der Schiene seitlich herausgenommen werden können.

Eine andere Form der Unterlagsplatte (U) habe ich in Abb. 13 dargestellt. Es ist dies eine Art Schienenstuhl, mit ebener Grundfläche auf den ebenen Unterlagsquader aufgesetzt. Er hat zweifellos den Vorteil der einfacheren Quaderform, aber den Nachteil des leichteren Loslösens des Stuhles vom Quader, mit dem er nur durch die Steinschrauben verbunden ist, auch ist ein Schienenstuhl, der aus Gufseisen hergestellt würde, kostspieliger und zu Brüchen geneigter als eine gewalzte Platte. Ich spreche mich daher für die erstgenannte in allen Abbildungen beibehaltene Platte aus. Der stuhlartigen Unterlagsplatte dürfte aber auf eisernen Brücken eine gewisse Bedeutung zukommen.

An der Unterlagsplatte Ansätze und dergl. zur Verhinderung einer Verschiebung oder Verdrehung der Schraubenfedern anzuordnen, halte ich nicht für notwendig, weil durch die bereits erwähnte Verwendung von Schutzhülsen, die auf den Federn aufruhen und die sich gegen die Unterlagsplatte stützen, die Schraubenfedern von den Bewegungen der Schienen unberührt bleiben.

Die Längsbewegungen der Schienen sind sehr gering, sie sind in der Schienenmitte infolge der Verankerung der Schiene nahezu null, in ihrem gröfsten Wert am Schienenende für lange Schienen bei einem Wärmewechsel von -30^{0} bis $+80 \times 0{,}0118 \times 10 = 9$ mm. Ich glaube überdies annehmen können, dafs die Längenänderungen der Schiene infolge Wärmedehnung, nicht im Augenblicke der Belastung sondern im Augenblicke der Entlastung der Schiene vor sich gehen werden (Entspannung), so dafs die Schiene auf der Schwelle unbelastet gleitet.

2. Der Unterlagsquader.

Der Unterlagsquader dient zur Aufnahme der Unterlagsplatte und zur Aufnahme und Übertragung des Druckes der Verkehrslasten auf die Untermauerung, in die er fest eingebettet ist. Die Unterlagsplatte ist in dem Quader eingemauert, auch mittelst Steinschrauben an ihm befestigt.

Die Abb. 14 und 15 zeigen einen (mit S bezeichneten) Unterlagsquader mit Ausmafsen, die wohl entsprechen dürften. Eine Armierung des Quaders mit Drähten von etwa 5 mm Stärke halte ich für notwendig, damit er den trotz der Federn auftretenden Erschütterungen sowie den Querkräften standhalten kann. Eine Möglichkeit der Armierung habe ich angegeben, ohne in Einzelheiten einzugehen.

Der Grund, warum ich eigene Unterlagsquader vorschlage, liegt darin, dafs die Herstellung jenes Teiles der Stützenmauer, der die Unterlagsplatte aufzunehmen hat, eine besondere Sorgsamkeit erfordert und ein besonders gutes Material notwendig macht, was am besten durch Herstellung abseits des Bahnkörpers in dafür geeigneten Arbeitsstätten erfolgt. Überdies können dadurch die Herstellung der Quader unabhängig von Zeitpunkte des Gleisbaues vor sich gehen.

Die Schwierigkeiten, denen die Herstellung des Quaders samt Platte begegnet, erscheinen nur im Augenblick grofs. Es hat gegenwärtig wohl jedes gröfsere Bahnnetz eigene Anstalten zur Erzeugung von Zementwaren für Einfriedungen, Drahtzugsl Betonrohre usw., wo einige Arbeiter — gelernte nichtgelernte — durch jahrelange Übung mit g Geschick unter Verwendung geeigneter Drähte gut haltbare und gar nicht einfache armierte P Säulen und selbst Rohre herstellen. In der Werkstätten, die für den Umbau einer Strecke an geei Stellen errichtet werden können, stelle ich mir die Herst der Quader samt Armierung und Befestigung der Unt platten vor. Das Gewicht eines Quaders im Ausmafs $0{,}7 \times 0{,}5 \times 0{,}4$ m samt Platte beträgt etwa 310 kg. Es v also geeignete einfache Hebevorrichtungen für die Arbeit wie für die Versetzung an der Bahnstelle notwendig sei

Der Druck der Unterlagsplatte auf den Betonquad trägt bei einer Unterlagsplattenfläche von $0{,}45 \times 0{,}25$ einem Stützendruck von 10 t etwa 9 kg/cm², was wes unter der zulässigen Betonbeanspruchung bleibt.

3. Die Untermauerung.

Die durchgehende Untermauerung samt Zwischenma (in den Abbildungen mit M bezeichnet) dient zur Festhaltu Unterlagsquaders, weiter zur Übertragung des Druckes a Untergrund und schliefslich zur Aufnahme jener Vorricht die eine Verankerung der Schienen ermöglichen.

Der Unterlagsquader ruht auf der Untermauerun wird von ihr in der Längsrichtung des Gleises beidersei gefafst. Die obere Umgrenzungslinie der Untermauerun Zwischenmauerung reicht bei Verwendung U-förmiger lagsplatten nur bis zur Sohle des Schlitzes der Quade die Federn ohne Abhebung der Schiene auswechseln zu k und die Entwässerung zu erleichtern. Aus letzterem G ist auch die Oberfläche der Mauer nach aufsen abgesc

ie Mauerhöhe wird sich wohl nach dem Untergrund müssen. Im allgemeinen wird eine Mauer bis zur Tiefe) cm unter Quaderunterkante genügen, sie wird aber auch weniger tief reichen dürfen, weil die Unterfläche der aus dem Frostbereich gebracht werden mufs. Die Unterler Stützenmauer käme im vorliegenden Beispiel Abb. 14, l 16, 0,55 m unter das seitlich aufgefüllte Erdreich zu

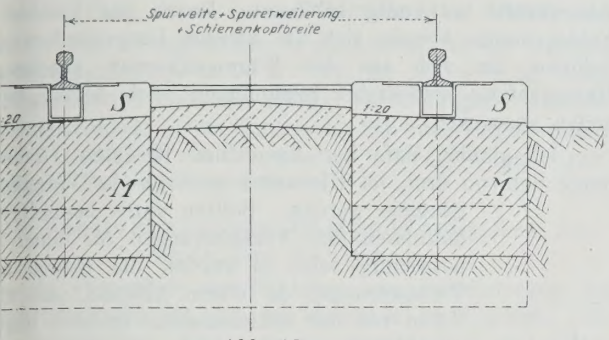


Abb. 16.

ie Beanspruchung des Untergrundes durch die ellte Stützenmauer und durch die Verkehrslast läfst sich vie folgt ermitteln: Bei einer Mauertiefe von 0,50 m ler Sohle der Unterlagsplatte ist der von der belasteten ıgsplatte ausgehende Druck auf die Unterfläche der wohl als gleichmäfsig verteilt zu betrachten. Man kann nit der von den Verkehrslasten ausgeübten gleichmäfsigen ng rechnen. Diese ist z. B. für den Lastenzug N der ıen Reichsbahn in den Vorschriften für Eisenbauwerke = 13,67 t/m angegeben, für ein Gleis und eine Mauer 3,84 t/m grofs. Diese Belastung ist noch um die Stofszu vermehren, dies gibt $6{,}84 \times 1{,}5 = 10{,}3$ t/m. Das ewicht der Mauer beträgt ungefähr 1 t/m. Der Druck, ie Mauerunterlagsfläche auf den Untergrund ausübt, i der Mauerfläche von 100×70 cm $= 7000$ cm^2,

$= 1{,}6$ kg/cm^2.

a die zulässige Belastung des natürlichen Baugrundes hm oder bei mit Sand untermischtem Tonboden 2 bis n^2, bei gewöhnlichem festen Baugrund 4 bis 5 kg/cm^2 , ist die zulässige Inanspruchnahme des Untergrundes nterschritten. Auch bei alten Dämmen, die dem Verruck bereits ausgesetzt waren, kann das zusammengepreſste il mit über 2 kg/cm^2 belastet werden. Auf neu geten, sich noch setzenden Dämmen empfiehlt es sich übernicht, eine Mauer aufzuführen, worauf ich noch später kommen will.

ır Verankerung der Schienenmitte sind in der Stützen-Eiseneinbauten erforderlich, die ich bei der Darstellung reffenden Teile des Gleises bespreche.

o die Einlage von Eisenstäben oder Kleinschienen zur kung der Stützenmauer selbst notwendig ist, um diese zungen des Untergrundes oder bei Unterwaschungen der für Zugspannungen aufnahmefähig zu machen, wird von örtlichen Umständen abhängen und Sache der ng sein. Ich glaube aber nicht, dafs im gewachsenen oder im alt angeschütteten Erdreich Eiseneinlagen in auer notwendig sind. Die Stützenmauer, die ich in ag bringe, ist nicht freistehend, sie ist beiderseits von le bis zur Höhe des Angriffspunktes der äufseren Kräfte em harten, steinigen Erdkörper mauerartig umgeben, ein Ausweichen der Mauer nicht eintreten und ein er Bruch der Stützenmauer nicht durch ein Auseinander-der Mauer, sondern nur durch das Lockern einzelner eile in Erscheinung treten kann.

Jedenfalls ist es wichtig beim Bau der beiden Stützenmauern, die im regelspurigen Gleis bei einer Mauerstärke von 70 cm nur einen Raum von etwa 80 cm Breite zwischen den Mauern belassen, diesen Zwischenraum mit gutem Material aufzufüllen und festzustampfen, einen entsprechenden festen Erdkörper auch an den Aufsenseiten der Mauer anzubringen und auf die dauernde Erhaltung dieser Auffüllung zu achten. An den Stellen der Schienenverankerung wird man den Zwischenraum von 80 cm Breite überhaupt ausmauern, so dafs in der Schienenmitte ein einheitlicher schwerer Mauerkörper entsteht.

D. Die Schienenverankerung.

Die Verankerung der Schiene hat die grofsen Längskräfte, die von den Verkehrslasten herrühren, aufzunehmen.

Von den Längskräften des Betriebes kommen im wesentlichen

1. die rollende Reibung der Laufräder,
2. die gleitende Reibung der gebremsten Räder,
3. der Druck der Räder gegen die Aufsenschiene des Bogens,
4. die Stöfse der Räder beim Überfahren der Stofslücken, die alle in der Fahrtrichtung wirken, und
5. die von der Maschine ausgeübte Zugkraft, die entgegen der Fahrtrichtung wirkt,

in Betracht.

Am einflufsreichsten sind von diesen Kräften und fast ausschliefslich mafsgebend die unter 2) und 5) genannten, die nicht gleichzeitig auftreten, sich also auch nicht aufheben können. Ist die Verankerung der Schiene so kräftig, dafs sie der gröfseren der beiden Kräfte standhält, so wird sie auch allen anderen widerstehen.

Über das angenäherte Ausmafs der durch die gleitende Reibung der gebremsten Räder hervorgerufenen Längskräfte mag folgende Überlegung Aufschlufs geben:

Der Lastenzug N der Deutschen Reichsbahn belastet laut Brückenverordnung das Gleis mit einem mittleren Druck von 13,67 t/m. Nehmen wir an, dafs ein Schienenstück von 20 m Länge mit diesem Einheitsdruck belastet wäre, was nur möglich ist, wenn zwei so schwere Tenderlokomotiven, wie sie die Brückenverordnung vorsieht, das Gleis belasten, so hätte das Gleis 273,4 t zu tragen, eine Schiene somit 136,7 t. Nehmen wir weiter an, dafs alle Räder der Lokomotiven — es fallen elf Räder zu je 25 t auf das Schienenstück — gleichzeitig gebremst würden, so würde die Längskraft $L = 136{,}7 \times f$ sein, wenn f die Reibungsziffer für gleitende Reibung zwischen Schiene und Rad ist. f liegt zwischen $^1/_4$ und $^1/_{12}$, je nachdem sich Rad und Schiene in sehr trockenem oder in fettem öligen Zustande befinden. Für den sehr ungünstigen Wert von $^1/_4$ (diese gröfste Reibungsziffer dürfte aber kaum bei allen Rädern gleichzeitig auftreten) wäre

$$L = \frac{136{,}7}{4} = 34{,}2 \text{ t.}$$

Hierbei dürfte aufserdem noch eine Stofsziffer für die dynamische Einwirkung zu berücksichtigen sein.

Die von der Maschine ausgeübte Zugkraft Z ist durch die Reibung der Treibräder der Maschine begrenzt. Wenn Pa das gesamte Reibungsgewicht der Maschine und fa die Reibungsziffer ist, so wird die gröfstmögliche Längskraft $La = Z = Pa \times fa$ sein.

fa kann mit $\frac{1}{5{,}5}$ bis $\frac{1}{6{,}6}$ angenommen werden und richtet sich ebenso wie die Ziffer der gleitenden Reibung nach dem Zustand von Rad und Schiene. Pa ist der Druck der Treibräder. Auf das Gleisstück von 20 m Länge können bei Nebeneinanderstellung zweier Tenderlokomotiven des Lastenzugs N im ungünstigsten Falle zehn Triebräder zu 25 t gelangen. Für

eine Schiene wäre somit der darauf ruhende gröfste Raddruck der Triebräder 125 t. Die gröfste Längskraft La daraus

$$La = \frac{125}{5{,}5} = 22{,}7 \text{ t.}$$

Eine Stofsziffer kommt hier wohl nicht zur Berücksichtigung, weil die von der Maschine ausgeübten Stöfse, die Adhäsionswirkung eher vermindern als erhöhen. Es ist also die gleitende Reibung der gebremsten Räder gröfser als die von der Zugkraft der Lokomotive ausgeübte gröfste Längskraft, mit ersterer Kraft ist daher zu rechnen.

Im Querschwellenoberbau mit Schotterbettung sind die hier ermittelten aufserordentlich grofsen Längskräfte der Bremswirkung und der Zugkraftwirkung die Hauptursache der raschen Zerstörung des Gleisgefüges und des Verschiebens des ganzen Gleises in der Bettung. Die vollen Bremswirkungen treten

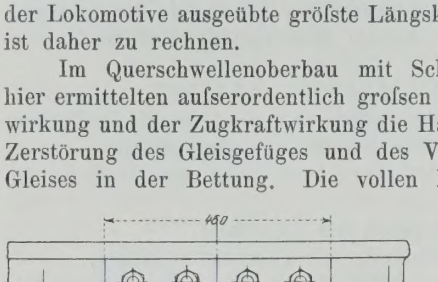


Abb. 17.

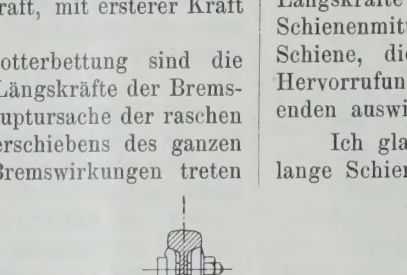


Abb. 18.

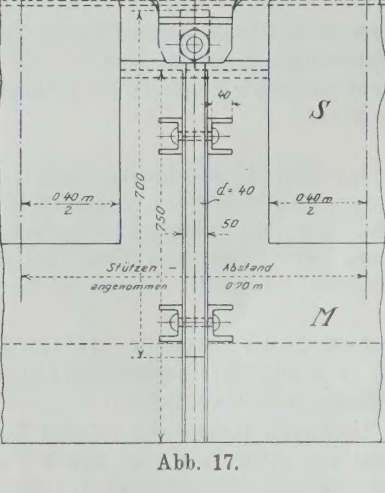


Abb. 19.

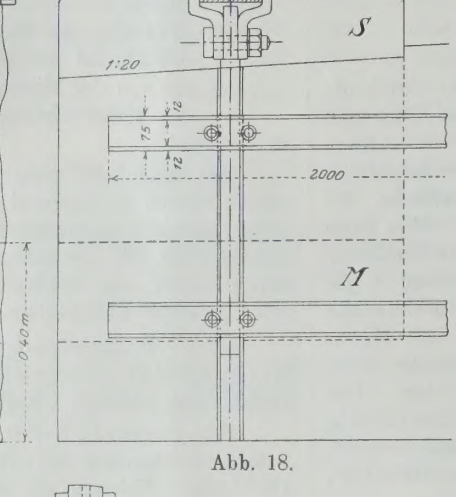


Abb. 20.

auf wagrechter Bahn und in Neigungen unter $8\,^0/_{00}$ nur selten auf, und meist an bekannten Stellen z. B. vor Bahnhöfen, Streckensignalen usw. In Neigungen über $8\,^0/_{00}$, besonders aber in grofsen Neigungen, können die Bremswirkungen im talwärts befahrenen Gleis mit voller Stärke zur Geltung kommen. In grofsen Neigungen wird aber auch das bergwärts befahrene Gleis durch die volle Zugkraft der Maschine talwärts gezogen und damit Kräften ausgesetzt, denen das Gleis in der Regel nicht gewachsen ist.

Für die Verankerung der Schiene möchte ich den in den Abb. 17 und 18 ersichtlichen Vorschlag machen.

Sie besteht aus zwei laschenartigen Winkeln (Verankerungslaschen), die an den Schienen ähnlich wie die Stofslaschen mittels Schrauben (oder Nieten) befestigt werden, aus einem Metallstempel, der mittelst Bolzen an den Verankerungslaschen gelenkartig befestigt wird und aus einem Metallrohr, das in die Stützenmauer eingemauert und in geeigneter Weise, im vorliegenden Beispiel mittelst Querwinkel, darin festgehalten ist. An Stelle des Metallrohres könnte auch eine andere Vorrichtung zur Aufnahme des Stempels der Schiene Der Stempel wird in das Rohr der Stützenmauer gesteckt und kann dadurch wohl die erforderlichen lot Bewegungen mitmachen, verhindert aber die von ih gehaltene Schiene, Längs- oder Seitenbewegungen zu voll Die Schienenverankerungen werden in der Mitte der Sc am besten in der Schienenmitte und symmetrisch zu jener Anzahl angeordnet, die zur Aufnahme der angre Längskräfte notwendig erscheint. Durch das Festhalt Schienenmitte können sich die kleinen Längenänderung Schiene, die sich aus der Wärmeänderung ergeben, Hervorrufung schädlicher Spannungen nach beiden Sc enden auswirken.

Ich glaube, dafs im allgemeinen für eine 15 bis lange Schiene drei, im Gleisstück somit sechs Veranke genügen werden. Sollten unter besondere hältnissen fünf Verankerungen für einen notwendig sein, so würden die beiden ä Verankerungen in einem Abstand von u 1,5 m von der Schienenmitte entfernt lieg gröfstmögliche Längenänderung an dieser bei festgehaltener Schienenmitte wäre bei Temperaturänderung von — 30 auf + 50 1,4 mm, die vom Gelenk des Stahlstempels weiters zugelassen wird. Wenn nötig, man den Durchmesser der Lochung im Schie der äufseren Verankerung um 1 bis 2 mm als den Durchmesser der Laschenschraub

Der Zwischenraum zwischen den Stützenmauern, der, wie bereits erwähnt, 0,80 m beträgt, wird im Bereiche der Veran durchgemauert; die Mauer wird überdies u 20 cm vertieft, so dafs ein schwerer einhei Mauerkörper entsteht, der geeignet ist einander gegenüberliegenden Ankern ein läfsliche Stütze zu bieten und der v seines grofsen Gewichtes und seiner breite lagerung den gewünschten Festpunkt des zur Aufnahme der gröfsten Seiten- und kräfte ergibt.

E. Die Querverbindung der Schi

Die beiden einander gegenüberlie Schienen des Gleises müssen in geeigneter miteinander starr verbunden werden. Di bindung hat den Zweck, die beiden Schie richtigen der Spurweite entsprechenden A zu erhalten und die Schienen gegen das zu sichern. Die Spurweite wird auch durch die Seite der Unterlagsplatte, in die der Schienenfufs versenkt i durch die Schienenverankerung gehalten, die Sicherung das Kanten der Schiene erfolgt nur durch die Sch verankerung und durch die Querverbindung.

Ich habe in den Abb. 19 und 20 eine Querverb entworfen, die mir geeignet erscheint, die Standsicherh Schienen gegen die grofsen Querkräfte zu gewährleisten besteht darnach aus drei Teilen: zwei einander gleichen La winkeln und einer Verbindungsstange. Die Schiene wi dem Laschenwinkel nicht nur aufsen am Kopfe und a Oberseite des Schienenfufses ähnlich wie von den Lasch Schienenstofses fest umfafst, es ruht auch der Schienenfu an der winkelartig gebogenen Laschenplatte auf, überdie der Schienenfufs noch an der Innenseite durch Klemmpl und Schrauben festgehalten. Die Laschenwinkel sind f Spurweiten dieselben. Die Verbindungsstange wird a beiden Laschenplatten angeschraubt, sie kann auch a einen Laschenplatte, oder wenn man auf das Abnehm

rbindung verzichtet, auf beiden Platten angenietet . Die Regelung der Spurweite erfolgt durch Ver- ıg entsprechend langer Verbindungsstangen.

ie Lasche der Querverbindung sowie die Klemmplättchen mtliche Schrauben sind keiner Abnützung durch Reibung edenartig bewegter Teile unterworfen, wie dies beim hwellenoberbau zwischen Schiene, Unterlagsplatte und le der Fall ist. Die Schwingungen der Schiene macht erverbindung, ohne einen Widerstand zu bieten, mit. Vie in Abb. 21 angedeutet, erscheinen mir in der Geraden rbindungsstangen in 20 m Gleis für ausreichend, zumal Schienenmitte auch die kräftige Verbindung der Schienen ı Stahlstempeln einem Kanten der Schienen entgegensteht. aden Gleisstück von 15 m Länge würde ich sechs Quer- lungen für ausreichend halten.

ie Vorrichtung zur Verhinderung des Ab- hebens der Schienen.

b ein Festhalten der Schienen zur Verhinderung des ens notwendig ist, ist im vorhinein wohl schwer end- zu entscheiden; ich neige zur Ansicht, dafs eine solche ıtung nicht erforderlich wird. Genauen Aufschlufs kann er nur ein ausgedehnter Versuch ergeben.

ch will die Gründe, die für und gegen sprechen, darlegen, aber dabei vom Querschwellenoberbau im Schotterbett en, da andere Erfahrungen nicht zur Verfügung stehen.

in Abheben der Schienen des vorgeschlagenen ues in mutwilliger Weise durch Bahnfrevel ht zu besorgen, auch nicht nach Lösen der nverbindung. Das Gewicht eines 15 oder langen Schienenstückes, das überdies mit genüberliegenden Schiene verbunden ist und Stempel (Verankerung) in den Führungen bei Hebung und Verschwenkung, die nicht lotrecht erfolgt, gröfsten Widerstand finden, grofs, dafs nur eine geschulte und aus- ıd starke Arbeiterrotte ein Abheben vermag. Es wird r sein, ein Gleis in der Schotterbettung zu verschwenken, Gleis mit festen Stützen abzuheben.

s bleibt also zu beurteilen, ob sich die Schiene im Be- bheben kann, und zwar in einer Weise, die für den störend ist.

Wasiutynski schreibt über die lotrechten Bewegungen der unter der Einwirkung der Verkehrslast folgendes: „Die vor ıkommenden Zuge liegenden Schienen sind Schwingungen orfen, und zwar auf einer nicht unbedeutenden Strecke, deren von der Oberbauart und von der Fahrgeschwindigkeit ab- In einer Entfernung von 3 bis 6 m vor dem vorderen Rade sich die Schienen etwas über ihre ursprüngliche Lage, in 1,5 bis 3,5 m Abstand vom vorderen Rade wieder in ihre gliche Lage zurück und fangen dann an, sich unter der Be- einzusenken.“

ngaben über das Mafs des Erhebens der Schiene über helage finden sich bei Wasiutynski nicht vor. Es och aus den Schaulinien ein Abheben der Schienen h zu erkennen, doch erreicht die Abhebung nirgends fs von 0,5 mm, bei vielen Versuchen war sie überhaupt Die von Wasiutynski bei seinen Beobachtungen dete Lokomotive hatte, wie erwähnt, einen Achsdruck ,3 t, der Oberbau bestand aus Schienen von 31,45 kg/m, em anderen Fall 38 kg/m, die mittleren Schwellen- le waren 0,85 und 0,75 m. Da sich damals wie jetzt, ruck, Schienensteifigkeit und Schwellenabstand angenähert eichen Verhältnis befanden, was sich schon aus der n Anwendung der von Winkler und Zimmermann ellten Formeln ergibt, so ist wohl anzunehmen, dafs ch unter den heutigen Verhältnissen kein viel gröfseres en der Schienen als das vorerwähnte ergibt.

Dem Abheben der Schiene des Querschwellenoberbaues unter der Einwirkung der Last wirkt in Wirklichkeit nur die Steifigkeit der Schiene entgegen, die Querschwellen kommen bei einer Schienenhebung von etwa einem halben Millimeter wohl nicht zur Mitwirkung, weil die Befestigungsmittel im Betriebe nie so fest angepreſst bleiben können, um nicht Bewegungen so kleinen Umfanges zuzulassen. Aber wenn sich auch die Querschwellen auf eine Länge von 2 bis 3 m mitbewegen, also das Schienenstück belasten würden, so kommt ihr Gewicht bei den grofsen Kräften, die die Einbiegung der Schiene verursachen, gar nicht in Betracht. Es wäre also auch bei dem hier vorgeschlagenen Oberbau wegen des Abhebens der Schiene vor dem vorderen Rade einer Lastgruppe eine besondere Vorrichtung zur Verhinderung des Abhebens nicht nötig.

Eine andere Frage ist aber die, ob beim Oberbau auf Federn infolge der Federwirkung ein störendes Abheben, ein Aufschnellen der Schiene bei plötzlicher Entlastung, also hinter einer Last bei gröfserem Lastabstand oder hinter der letzten Achse auftritt.

Die Elastizität der Feder ist eine vollkommenere als die der Schotterbettung, auch eine gröfsere. Die niedergedrückte Feder, plötzlich nahezu unbelastet, wird zurückschnellen; in welcher Weise nun dieses Zurückschnellen auf die Schiene und damit auf das ganze Gleis einwirkt, ist vorläufig schwer festzustellen. Nicht unwichtig erscheint mir aber für die Beurteilung

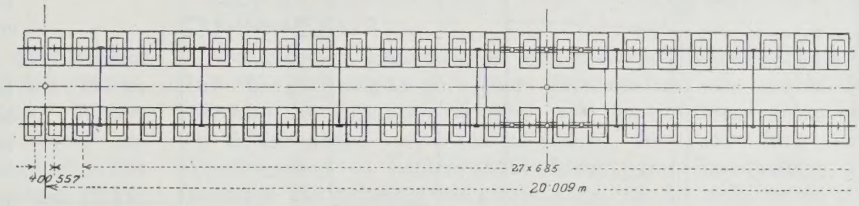


Abb. 21.

der vorliegenden Frage die Anschauung der Ingenieure des Böhlerwerkes, dafs eine Feder von so grofser Stärke, so geringer Windungszahl und so geringer Durchbiegung wie die in Behandlung stehende Schraubenfeder, auch bei plötzlicher Entlastung nicht über die Ruhelage hinausschwingen wird, zumindest nicht in einem Mafse das praktisch mefsbar ist.

Für den Fall dafs eine Schienenfesthaltung doch erforderlich sein sollte, habe ich in den Abb. 22 und 23 Vorschläge gemacht.

Die Vorrichtung besteht aus drei Teilen: Einem Bügel der den Schienenfufs umklammert, einem Ring und aus dem im Mauerwerk festgehaltenen Haken.

Der Bügel besteht aus einem etwa 3 cm starken Rundeisen oder Vierkanteisen das so geformt ist, dafs zwischen ihm, der Unterkante und der Oberkante des Schienenfufses entsprechende Spielräume für einzuschiebende Stahlbleche oder Stahlplatten frei bleiben. Die Stahlbleche verteilen den Druck des Bügels auf den Schienenfufs und dienen auch zur Verspannung des Bügels. Je nachdem man an der Oberkante des Fufses stärkere und an der Unterkante schwächere Platten gibt oder umgekehrt oben schwächere und unten stärkere, wird der Bügel, der am Schienenfufs immer fest anliegt, gehoben oder gesenkt. Der Bügel wird mit dem Ring vor dem Verlegen der Schienen auf den Schienenfufs aufgeschoben. Die Einbringung der Stahlbleche behufs Verspannung erfolgt nach Einhängung des Ringes in den Haken, allenfalls werden auch die Schienen und Schraubenfedern zur leichteren Einhängung des Ringes mittelst eines schweren Fahrzeuges um 2 bis 3 mm niederzudrücken sein. Der Haken wird bei der Ausführung der Mauerung in geeigneter Weise z. B. unter Anordnung eines Quereisens, zur Erhöhung der Haftfestigkeit in die Stützenmauer eingemauert.

Befährt ein Rad die Schiene, so senkt sich die Schiene und der am Schienenfufs festgehaltene Bügel im Ringe, dadurch ist die Schiene nicht mehr festgehalten und imstande alle lotrechten Bewegungen ohne Hemmung zu vollführen.

Bügel, Ring und Haken müssen sehr kräftig ausgeführt werden, da ihre Widerstandskraft, die Spannkraft der Doppelfeder überwinden mufs. Dem Bügel und dem Ringe kommen eine gewisse Elastizität zu. Der Ring und jene Stellen des Bügels und des Hakens, an denen er angreift, sind der Abnützung unterworfen, die Erhaltung der richtigen Verspannung hätte von Zeit zu Zeit durch Änderungen an den Stahlblechen zu erfolgen. Für den Fall der ausnahmsweisen Anbringung eines Bügels an einer im Gleis verlegten Schiene wird man zweckmäfsig auch aus zwei Teilen bestehende Bügel herstellen.

Von Wichtigkeit ist die Frage, ob die Festhaltung der Schienen mit einer gewissen Spannung oder ob sie spannungslos zu erfolgen hätte. Ich würde mich für eine mäfsige Verspannung, die etwa dem Druck einer Tonne entspricht, aussprechen. Verspannt man die Vorrichtung nicht, so wird sie Abhebungen der Schiene bis zu ein bis zwei Millimeter, vermöge der Elastizität des Bügels, des Ringes und der Zusammendrückbarkeit

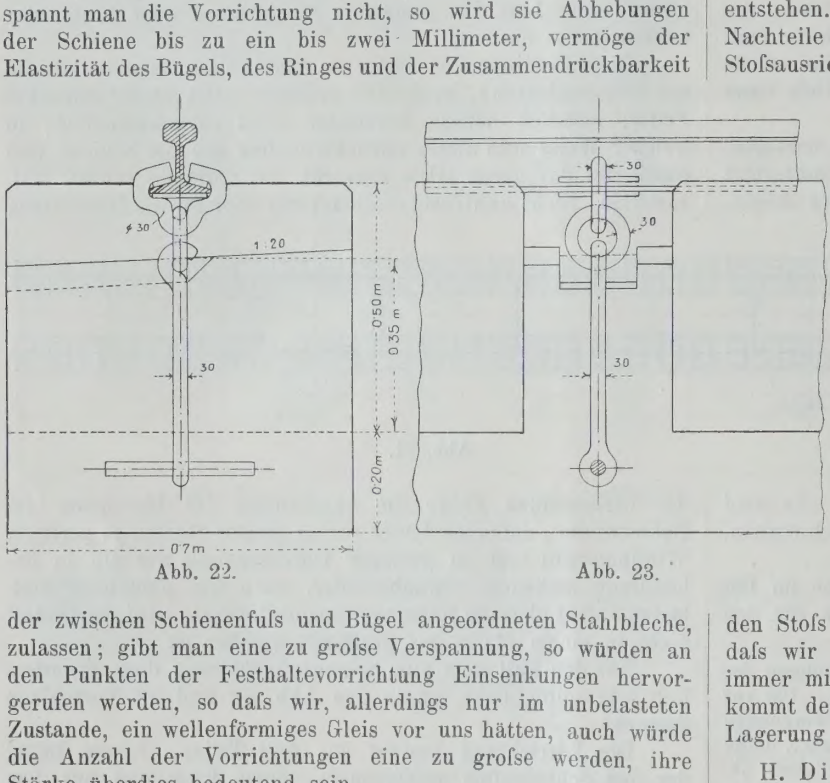


Abb. 22.

Abb. 23.

der zwischen Schienenfufs und Bügel angeordneten Stahlbleche, zulassen; gibt man eine zu grofse Verspannung, so würden an den Punkten der Festhaltevorrichtung Einsenkungen hervorgerufen werden, so dafs wir, allerdings nur im unbelasteten Zustande, ein wellenförmiges Gleis vor uns hätten, auch würde die Anzahl der Vorrichtungen eine zu grofse werden, ihre Stärke überdies bedeutend sein.

Bei einer Spannung von 1 t an der Festhaltevorrichtung würden die beiden benachbarten Stützen einen Druck von je $^1/_2$ t aufzunehmen haben, dies ergibt bei der Doppelfeder, die ich dieser Abhandlung zugrunde gelegt habe, eine Stützensenkung von $\frac{0{,}286}{2}$ mm, bei der von mir vorgeschlagenen weicheren Feder $\frac{0{,}35}{2}$ mm, also durchweg Mafse, die am Oberbau überhaupt nicht mefsbar sind. Die Schienendurchbiegung würde beim Oberbau mit Schiene S 49 der Deutschen Reichsbahn bei einem Stützenabstand von 65 cm und unnachgiebige Stützen im Sinne der Formel $B = \frac{6 \times E.J}{a^3}$ nur $\frac{1}{79}$ cm d. s. 0,13 mm betragen.

Die Anzahl der Festhaltevorrichtungen dürfte darnach zu bemessen sein, dafs in etwa jedes fünfte oder sechste Feld, also in einem Abstand von etwa 4 m eine Vorrichtung kommt. Da ich aber glaube, dafs eine Vorrichtung zur Verhinderung des Abhebens der Schienen nicht notwendig ist, habe ich sie bei der Gesamtanordnung des Gleises und bei der Ermittlung nicht berücksichtigt.

G. Der Schienenstofs.

Für den Schienenstofs mache ich keine besondere schläge; ich bin jedoch der Anschauung, dafs sich dur Lagerung der Schienen auf wirklichen Federn und festen S eine grofse Anzahl von Möglichkeiten ergibt, den Schien gegenüber dem heutigen Zustand wesentlich zu verbesse

Ich möchte daran festhalten, dafs die Bewegnng der S zur Ausgleichung der Wärmespannungen in den der Käl der Sonne ausgesetzten Oberbaustrecken nicht gehindert soll, ich spreche mich daher aus Sicherheitsrücksichten das Verschweifsen der Schienen aus. Damit mufs mar auf sich nehmen, dafs an den Schienenstöfsen die Biegun der Schiene trotz einer guten Verlaschung nicht mehr verläuft und dafs sich abgebendes und aufnehmendes Sch ende verschieden verhalten, wodurch die bekannten Stofs entstehen. Es wird aber darauf hinausgehen müsse Nachteile der Schienenunterbrechung durch eine entspre Stofsausrichtung so zu mildern, dafs sie für den Betrieb mehr störend sind. Bei dem von mir vorgeschl Oberbau können die Laschenverbindungen in g Weise wie bisher angeordnet werden, es dürf Laschen nur nicht unter den Schienenfufs Der neue Oberbau der Deutschen Reichsbal bereits derartige Laschen, ebenso der Oberb meisten übrigen Bahnen.

Der vorgeschlagene Oberbau läfst nun di fernungen der Stofsstützen beliebig regeln kann die Unterlagsquader zusammenrücken, be Stützenentfernung von 40 cm, wie ich sie be weise in der Anordnung Abb. 21 vorgesehen berühren sich die beiden Unterlagsquader mitein Eine engere Stofsanordnung erfordert einen beso gemeinsamen Unterlagsquader mit gemeinsamer Als Grenzfall ist das Nebeneinanderstelle Doppelfedern der beiden Schienenenden anz Wir haben also alle Möglichkeiten Stützenentfernung gegeben, vom sch den Stofs bis zum festen Stofs — wie er früher hiefs dafs wir es bei der Nebeneinanderlegung der Stützen immer mit einem elastischen Stofs zu tun haben. Vi kommt den Stofsbrücken wegen der Möglichkeit ihrer elas Lagerung nunmehr eine neue Bedeutung zu.

H. Die Lage des Gleises. Die Entwässeru

Die Lage des Gleises im Vergleich zum Quersch gleis ist aus Abb. 24 zu ersehen, die Höhe der Schien

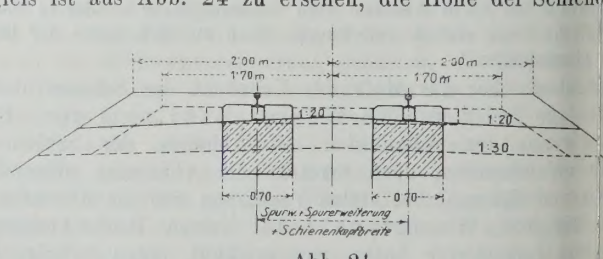


Abb. 24.

kante ist für beide Gleisarten gleich angenommen. Bei gi Höhenlage der Schienen kommt die Unterkante der S mauer, je nach der vorhandenen Schotterstärke, um etwa 30 cm unter die Bettung zu liegen. Das Gleis, begrenzt die Aufsenseiten der Stützenmauer, ist schmäler als di schwelle des Schwellenoberbaus. Da aber an der Aufs der Mauer ein Erdkörper von ungefähr 1 m bleiben mu zugleich als Gehweg für die am Oberbau beschäftigten P

nen hat, wird eine wesentliche Änderung des Unterbaurs kaum eintreten.

Die Entwässerung erfolgt wohl am sichersten dadurch, nan überhaupt kein Wasser in den Bahnkörper dringen Dies ist zu erreichen durch Anfüllen des zwischen dem körper liegenden Teils mit wasserundurchlässigem Material, noch durch Abpflasterung mit einem in entsprechender ng ausgeführten Betonpflaster. Alle äufseren Begrenzungsn des in den Abbildungen dargestellten Oberbaus sind rreichung eines guten Wasserabflusses mit entsprechenden ngen geplant. Bei Verwendung der U-förmigen Unteratte ist der Unterlagsquader seitlich ausgeschlitzt und chrägt, die Untermauerung wird nur bis zur Ausschlitzung uaders aufgeführt und ebenfalls nach aufsen abgeschrägt. Durch die Fernhaltung des Wassers wird die Gefahr der tauftriebe, die unter ungünstigen Umständen einen llenoberbau mit Schotterbettung hinsichtlich Höhenlage leisgefüge derart zerstören können, dafs zur Vermeidung ntgleisungen plötzlich Fahrgeschwindigkeitseinschränkungen rdnet werden müssen, gänzlich vermieden werden. Durch usführung eines Pflasters im mittleren Teil des Bahnkörpers auch der Graswuchs, wenn schon nicht ganz verhindert, ch wesentlich eingeschränkt und für die Gleiserhaltung glos werden. Die grofsen Kosten der Beseitigung des den Graswuchses sind wohl zur Genüge bekannt.

IV. Die Anwendung des Oberbaus.

A. Auf offener Strecke.

Der vorgeschlagene Oberbau dürfte wohl nur für Strecken racht kommen, die mit grofsen Geschwindigkeiten, mit über 100 km/Std. befahren werden. Weiter er sich auf Neigungen über 10‰ sowohl aus rheitsgründen wie aus wirtschaftlichen Erwägungen mit il verwenden lassen. Für Geschwindigkeiten unter 90 km ler Querschwellenoberbau genügen, wenn er mit entsprechend rer Schiene, dichter Schwellenlage und einer guten Bettung stattet ist. Auf seine Verwendbarkeit auf eisernen ken, auch bei geringeren Geschwindigkeiten, komme n nächsten Abschnitt zurück.

Aus dieser Verwendungsabsicht des Oberbaus als Oberbau richtigsten Hauptstrecken ergibt sich von selbst, dafs es bei seiner Herstellung vornehmlich um den Umbau ehender Strecken, selten um seine Anwendung auf bauten Linien handeln dürfte. Er wird also auf einen bau zu liegen kommen, dessen ruhige Lage bereits erreicht Auf frisch geschütteten Dämmen oder auf Stellen, die ngen unterworfen sind, wird es untunlich sein, einen au mit festen Stützen zu errichten. Auf solchen den ngen unterworfenen Stellen wird man am besten den chwellenoberbau verlegen, zumal die Fahrgeschwindigkeit chen Strecken ohnehin nicht sehr grofs sein wird. Der gang vom Oberbau auf festen Stützen zum Querschwellenau vollzieht sich am besten aufserhalb des Schienenstofses ien Schienenstofs und Schienenmitte und zwar auf dem Oberbau auf Stützen abgekehrten Schienenteil, damit das nenstück in seiner Mitte noch fest verankert ist.

Die Linienführung wird bei Herstellung eines Oberbaus rofsen Geschwindigkeiten einer ganz besonderen Überprüfung fen. Es ist eine unvermeidliche Folge eines Oberbaus mit Stützen, dafs eine Abänderung seiner Lage in wagrechter cht wie hinsichtlich seiner Höhe während der Liegedauer leises nicht oder nur mit aufserordentlich grofsen Kosten en kann; man wird daher Oberbau und Unterbau gen müssen, dafs eine Notwendigkeit zur Abrung auf absehbare Zeit nicht eintritt.

Dafs plötzliche Änderungen in den Anschauungen über ichtige Linienführung eintreten können, ist nicht zu erwarten. Vor 60 Jahren hat Nördling die kubische Parabel für den Übergang aus der Geraden in den Bogen empfohlen, vor 35 Jahren hat der internationale Eisenbahnkongrefs in Petersburg (1892) die Zweckmäfsigkeit ihrer Verwendung neuerdings anerkannt. Zurückgeblieben ist vielfach die Durchführung aus Scheu vor den Kosten, an dem Gedanken selbst hat sich nichts geändert. Einige Unsicherheit scheint noch über die Zweckmäfsigkeit der Überhöhung der äufseren Schiene in den Bogen zu herrschen. Im allgemeinen sind die Überhöhungen vor allem auf den Linien mit Schnellzugverkehr zu grofs, was man aus dem Breitdrücken der inneren Schiene durch die schweren langsam fahrenden Züge ersieht. Ein Nachteil einer grofsen Schienenüberhöhung liegt besonders dann vor, wenn einem scharfen Bogen in kurzem Abstand ein Gegenbogen folgt, weil dann der Schwerpunkt des Fahrzeugs rasch hintereinander gehoben, gesenkt und wieder gehoben und das Fahrzeug selbst um seine Längsachse gedreht wird.

Wichtig ist auch eine entsprechende Ausrundung des beim Neigungswechsel sich ergebenden Winkels. Ist es möglich Bogen mit kleinen Halbmessern durch solche mit gröfseren zu ersetzen, so wird man dies wohl anläfslich des Gleisumbaues durchführen.

Es kommt vor allem auf die Stetigkeit der Bahn in lotrechter und in wagrechter Hinsicht an. Jede plötzliche Änderung der Höhenlage oder der Richtung hat einen unruhigen Gang der Fahrzeuge zur Folge, der wieder einen ungünstigen Einfluſs auf das Gleis ausübt.

Von grofser Bedeutung ist eine weitgehende Beseitigung der Wegübergänge, jener Gefahrstellen, die sowohl im Interesse des Eisenbahnverkehrs wie des Strafsenverkehrs aus der Schienenhöhe verschwinden sollen. Die Herstellung eines Wegübergangs in Schienenhöhe beruht vom Standpunkte des Oberbaus auf keinerlei Schwierigkeiten, da die Anbringung der Leitschienen ähnlich wie beim Querschwellenoberbau möglich ist.

Weichen auf offener Strecke, es sind darunter die der Betriebsausweichen und Schleppbahnen verstanden, die verhältnismäfsig selten und nur zu bestimmten in der Fahrordnung vorgeschriebenen Zeiten unter Anwendung aller Sicherheitsmafsnahmen benützt werden, wären so auszugestalten, dafs sie mit der Geschwindigkeit des anschliefsenden Teiles der offenen Strecke befahren werden können. Womöglich soll man trachten, eine Unterbrechung der Schienenstränge der Hauptgleise an solchen Stellen zu vermeiden.

B. Auf den Brücken.

Auf steinernen und Betoneisenbrücken. Auf gewölbten Brücken geringer Spannweite und Brücken mit sehr flachen Bogen wird man die Stützenmauer, wenn nötig nach unten entsprechend erbreitert, bis zum Gewölbe herabführen. Der freibleibende Raum zwischen Stützenmauer und den beiden Stirnmauern der Brücke wird am zweckmäfsigsten mit einem leichten wasserdurchlässigen Stoff z. B. mit Kohlenlösche oder Schlacke aufgefüllt. Der schwere Oberbauschotter ist hierfür nicht mehr erforderlich, dadurch wird die Gesamtbelastung des Gewölbebogens nicht gröfser als zuvor. Das gleiche gilt für die nicht gewölbten Brücken, die meist Betoneisenbrücken sind. Die erforderliche Höhe zwischen Schienenoberkante und Brücke wird wohl überall vorhanden sein, weil der Oberbau mit festen Stützen nicht mehr Höhe erfordert als der Querschwellenoberbau samt Bettung. Die Bogenbrücken grofser Spannweiten haben zur Aufnahme der Fahrbahn meist einen auf dem Bogen mittelst Pfeilern aufruhenden viaduktartigen Überbau, so dafs das Gewölbe auf welches die Stützmauer des Oberbaues zu stellen ist, nicht wesentlich tiefer als bei kleinen Brücken liegt.

Auf eisernen Brücken. Dafs seit langem das Bestreben vorherrscht auf eisernen Brücken, also auf Bauwerken

die besonders kostspielig, sehr empfindlich und für lange Bestanddauer bestimmt sind, eine Oberbauart anzuwenden die eine bessere Verarbeitung der stofsartigen Wirkungen der Fahrzeuge ermöglicht, ist wohl eine allbekannte und sehr begreifliche Tatsache. Dadurch dafs das Gleis unmittelbar oder mittelst Schwellen und Unterlagsplatten auf den Längsträgern oder den Querträgern der eisernen Brücke aufruht, ergibt sich ein so hartes Fahren auf der Brücke, dafs man selbst die hohen Mehrkosten der Durchführung einer Schotterbettung auf sich nimmt, nur um eine gröfsere Elastizität des Gleises zu erreichen. Die deutsche Brückenverordnung sieht — wie bereits dargelegt — mit Recht kleinere Stofszahlen bei Verwendung einer durchgehenden Bettung gegenüber dem unmittelbaren Aufliegen der Schienen auf den Trägern der Brücke vor.

Die Verhältnisse des Oberbaues auf Brücken schildert am anschaulichsten eine Abhandlung von Dr. Blofs*) im Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens, die ich hier auszugsweise wiedergeben will:

„Der Oberbau auf Eisenbahnbrücken unterscheidet sich vom Regelgleis hauptsächlich dadurch, dafs auf Brücken die Bettung entweder nur in einer beschränkten Bauhöhe angeordnet wird oder ganz wegfällt. Es ergibt sich dabei eine ganze Stufenleiter von Möglichkeiten. Im engsten Anschlufs an das Regelgleis stehen solche Gleise auf Steinbrücken, bei denen nur im Gewölbescheitel die Höhe der Bettung eingeschränkt ist, sonst aber die volle Bettungshöhe vorhanden ist. Am weitesten vom Regelgleise entfernen sich Brückengleise, bei denen auch auf Schwellen verzichtet wurde, deren Schienen also unmittelbar auf den Hauptträgern oder Längsträgern angeordnet werden.

Die Hauptfrage für die Beurteilung von Brückengleisen ist, welche Eigenschaften dem Brückengleis gegenüber dem Regelgleis durch den teilweisen oder gänzlichen Verzicht auf die Bettung verloren gehen.

Im Regelgleis fällt der Bettung die Aufgabe zu, durch die Eindrückung der Schwelle in die Bettung, die sich als eine elastische (und zwar fast rein elastische) Formänderung darstellt, dem Gleise eine gewisse Federung zu verleihen, so dafs es sich weich befährt und die Stofsdrücke gut verarbeitet werden. Die Stofsdrücke gehen entweder vom Gleise aus und erscheinen dann als Schläge, die durch Unregelmässigkeiten der Gleislage und Unstetigkeiten der Fahrbahn ausgelöst werden, z. B. Höhenbuckel, Einsenkungen, Knicke, insbesondere aber Stofsstufen, Lücken und Winkelbildungen an den Schienenstöfsen. Die vom Fahrzeuge ausgehenden Stofsdrücke entstehen durch unrunde Räder, durch Schleifstellen auf den Radkränzen, durch unausgeglichene Massenwirkungen an den Lokomotivrädern, durch plötzliche Druckänderungen im Federspiel. Alle diese Stofsdrücke erscheinen in den Stofsformeln, die Dr. Saller aufgestellt hat, in der Form von Stofs- oder Fallhöhen. Verarbeitet werden die Stofsdrücke durch die elastische Nachgiebigkeit des Oberbaus und es liegt also die Aufgabe vor, die Stofshöhen möglichst klein und die federnden Durchbiegungen ausreichend grofs zu halten. Die Einschränkung der Stofshöhen läuft auf eine gute Durchbildung des Gleises und auf die dauernde Erhaltung einer guten Gleislage hinaus. Was das Mafs der ausreichenden Durchbiegung anlangt, so kann man die Stofsformeln zunächst dahin auslegen, dafs eine gute Verarbeitung der Stofsdrücke gewährleistet ist, wenn ein Brückengleis dieselbe Durchbiegung aufweist, wie ein kräftiges Regelgleis. Demnach würden etwa 2 mm als untere Grenze für die Durchbiegung gelten können, 2,5 mm als gutes Mafs. Freilich bedürften diese Zahlen eigentlich noch eines besonderen Nachweises. So einleuchtend der Schlufs vom Regelgleis auf das Brückengleis auch ist, so sind doch die Wirkungen der Stöfse bei beiden noch recht verschieden; treffen sie doch beim Brückengleis vorzugsweise auf empfindliche Bauteile geringer Masse, bei Eisenbahnbrücken z. B. vornehmlich auf Längs- und Querträger, im Regelgleise aber treffen sie auf die unbegrenzte, unempfindliche Masse des Erdunterbaus. Für den Anfang, so lange eine auf Messungen begründete Erforschung der näheren Verhältnisse noch fehlt, mufs man von dem Vergleich mit dem Regelgleise als dem einzigen greifbaren Anhalt ausgehen."

Weiter schreibt Dr. Blofs: „Es tritt daher die Erscheinung auf, dafs auch auf grofsen wichtigen Bauwerken die Gleislage schlechter ist, als im anschliefsenden Regelgleis; also gerade dort, wo di minderung der Fall- und Stofshöhen und damit der Stofsdrück sonders erstrebenswert wäre, um empfindliche Bauteile zu sc ist oft ein wesentlicher Mangel festzustellen."

*) Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1925, S. 120.

Blofs bespricht weiter als stofsmildernde Mitte Zwischenlagen zwischen Schiene nnd Schwelle und er unter andern auch einen anfangs der neunziger Jahr machten Versuch der oldenburgischen Staatsbahnen, die Sc auf federnde Platten zu lagern, der sich aber wegen des bal Nachlassens der Elastizität der Platten nicht bewährte. federnden Unterlagsplatten wurden wieder ausgebaut. I bedauert das Aufgeben des Versuches.

Dr. Geiger, Augsburg*) tritt in einer längeren handlung »Dynamische Untersuchungen von Brücken« systematische Messungen mit dynamisch einwandfreien I menten ein. Er ist der Anschauung, dafs die hauptsächl dynamischen Beanspruchungen von den Schienenstöfsen rühren und schreibt:

„Um die von den Schienenstöfsen herrührenden, dynam Beanspruchungen zu mildern, gibt es zunächst zwei Wege seitigung oder Verlegung der Schienenstöfse auf der Brücke entsprechende Mafsnahmen oder Milderung der harten Übertr der von denselben herrührenden dynamischen Stöfse auf die Bri konstruktion z. B. durch Zwischenschaltung eines federnden Me wozu auch die Anwendung einer durchgehenden Schotterung ge

Das gegenwärtig übliche Gleis auf eise Brücken — einerlei, ob die Schienen unmittelbar au Trägern der Brücke aufruhen oder mittelst Querschwellen Langschwellen und Unterlagsplatten an der Brücke bef sind — ist ein Gleis auf festen Stützen, je ohne entsprechende elastische Zwischenlage.

Die Anbringung der von mir vorgeschlag Schraubenfeder unter sinngemäfser Anwen der vorgeschlagenen Unterlagsplatten (U-för oder stuhlartige Unterlagsplatte), der Veranke und der Querverbindung, wird aller Voraus nach die Lösung der Oberbaufrage für die eise Brücken bringen. Die Feder mit einer gröfsten senkung von 3 bis 4 mm, wird jene Ursachen der Stofswi beseitigen, die von der unelastischen und unebenen Bahn gehen, und wird die vom Fahrzeug kommenden Stöfse ständig elastisch verarbeiten. Auch die Schienenstofsverbi wird ihre Gefährlichkeit verlieren, ohne dafs man auf die bedenkliche Beseitigung der Stofslücken greifen mufs. nicht unwahrscheinlich, dafs man dann beim Baue Brücken die Stofsziffer wird verringern können, ode Belassung der Stofsziffer höhere Fahrgeschwindigkeiten nehmen wird. Bei bestehenden Brücken wird man nac ordnung des Gleises auf Federn höhere Achsdrücke zu erklären können oder die Geschwindigkeit erhöhen, so die Brücke, die in vielen Fällen das Hindernis einer hö Fahrgeschwindigkeit wurde, kein Hindernis mehr ist.

C. In den Bahnhöfen.

Den Oberbau auf Federn und festen Stützen fass wie bereits mehrmals erwähnt, vornehmlich als den Ob der grofsen Geschwindigkeiten auf. Da ich nun der Ansch bin, dafs wir durch die Bahnhöfe, auch wen offene Strecke mit gröfserer Geschwindig befahren wird, mit keiner gröfseren Geschwi keit fahren sollen als die heute übliche, als höchstens 90 km/Std., so halte ich die Umgestaltun Bahnhofshauptgleise und der Weichen auf den Oberba festen Stützen nicht für unbedingt notwendig, soferne und Weichen mit kräftigen Schienen ausgestattet, mit Bettung versehen und gut erhalten sind.

*) Der Bauingenieur, 1924, Heft 19.

Wir dürfen nicht übersehen, dafs das Querschwellengleis ahnhof anders gebettet ist, als das der offenen Strecke. der offenen Strecke reicht die Schotterbettung über llenoberkante in der Regel nicht hinaus, die Schwellen lso unbedeckt, seitlich sind die Schwellenköpfe nur von verhältnismäfsig kleinen Schottermenge umgeben, die verschiebbar ist. Dadurch ist das Gleis der offenen e Längs- und Querkräften gegenüber wenig widerstands- dafür läfst sich die Bettung verhältnismäfsig leicht topfen und reinigen, somit leichter elastisch erhalten. leise von Bahnhöfen, in denen die Reisenden die Gleise ienenhöhe überschreiten müssen, sind dagegen bis zur enkopfhöhe mit Bettungsstoff bedeckt, der durch das e Betreten zu einer festen, unverschiebbaren Masse wird, h finden die Schwellen im festen Boden stärksten Halt. Bahnhofgleise sind daher gegenüber Längs- und Querebungen weit widerstandsfähiger als die der offenen e, dafür hat diese Art der Bettung den Nachteil geringerer cher Nachgiebigkeit der Gleise, es fahren sich solche ofgleise tatsächlich hart. Beide Vorteile: Festhalten der g und damit Festhalten der Schwellen in der Bettung rhaltung eines gewissen Grades an Elastizität vereinigt nordnung der Hauptgleise in jenen Bahnhöfen, deren teige durch Übergangsstege oder Tunnel zugänglich sind, ier die Gleisbettung durch Randsteine seitlich eingefafst damit am Ausweichen gehindert ist, die Bettung vor reinigung geschützt und wie auf der offenen Strecke topft werden kann. Jedenfalls erfordern Bahnhofhaupt- ein besonderes Mafs an guter Unterhaltung.

Die Notwendigkeit einer Begrenzung der Fahrgeschwindig- in den Bahnhöfen halte ich aus Sicherheitsrücksichten gezeigt.

Fast alle grofsen Bahnunfälle finden in den Bahnhöfen bei den Bahnhofseinfahrten und Ausfahrten, selten auf r Strecke statt. Die Unfälle auf offener Strecke sind usschliefslich Folgen von Elementarereignissen wie Fels-, Unterwaschungen usw. selten die Folge von Zugsungen. In den Bahnhöfen hingegen, die dazu bestimmt das Vorfahren und Kreuzen von Zügen zu ermöglichen, nen der Vorschub sowie die Beladung und Entladung ahrzeuge erfolgt und in denen zu diesem Zwecke von auptgleisen mittelst Weichen weitere Gleise abzweigen, Gefahrquellen vereint, die bei aller Vollkommenheit der schen Einrichtungen und bei aller Tüchtigkeit des Personals, zeitweiligen Versagens der mechanischen Einrichtungen r menschlichen Sinne, zu grofsen Unfällen führen können. rauche nur einige Gefahren zu erwähnen, die sich ausslich aus der Verkehrsabwicklung in den Bahnhöfen n: »Fahrt auf ein besetztes Gleis«, »Streifung bei der rt oder Ausfahrt mit einem Verschubzug«, »Befahren eiche in die Ablenkung mit zu grofser Geschwindigkeit«, ellung der Weiche unter dem fahrenden Zug« usw. um gen, wie sehr hier eine Begrenzung nottut. Bei einer fahrt eines Zuges mit 80 oder 90 km Std. Geschwindigkeit, ich möglicherweise noch eine fehlerhafte Weisung recht- erkennen und berichtigen, ein Zug noch rechtzeitig en, somit eine Gefahr abwenden, was vielleicht bei einer fahrgeschwindigkeit von über 100 km nicht mehr möglich Die Geschwindigkeitsverminderung müfste beim Vorsignal hnhofs einsetzen, beim Einfahrtssignal durchgeführt sein is zum Ausfahrtsignal dauern.

V. Die Kosten.

Es ist wohl ohne Zweifel feststehend, dafs der in Vorschlag hte Oberbau auf Federn und festen Stützen wesentlich zu stehen kommt als ein Oberbau auf Eisenquerschwellen Europa üblichen Bauart Ich glaube aber auch behaupten nnen, dafs der vorgeschlagene Oberbau gröfseren Beanungen entsprechen kann als der Querschwellenoberbau und dafs die Kosten der Unterhaltung eines in richtigen Ausmafsen hergestellten Oberbaus auf festen Stützen geringer sein werden als die eines stark befahrenen Querschwellengleises, da mit der festen Lagerung der Stützen all die grofsen Kosten in Wegfall kommen, die sich aus der Einsenkung der Schwellen in die Bettung, dem Einsenken der Bettung in den Untergrund, aus dem Verschieben der Schwellen, dem Wandern der Schienen und den Frostauftrieben ergeben.

Wenn ich den Versuch mache, die Kosten der Herstellung des neuen Oberbaus wenigstens vergleichsweise zu erfassen, so bin ich mir wohl bewufst, dafs alle Zahlen die ich bringe anfechtbar sind und zwar schon deshalb, weil die Ausmafse der einzelnen Bestandteile noch nicht feststehen und weil die Einheitspreise die ich zugrunde lege, nicht das Ergebnis einer Ausschreibung sein können. Dennoch will ich den Versuch hinsichtlich der Kosten der Neuherstellung wagen, von der Nennung von Zahlen hinsichtlich der Kosten der Bahnunterhaltung sehe ich jedoch gänzlich ab.

A. Die Kosten der Neuherstellung.

Zum Vergleich ziehe ich einen Querschwellenoberbau auf Eisenquerschwellen heran, und zwar den Reichsoberbau B der Deutschen Reichsbahn, weil mir dessen Stoffbedarf aus der Literatur zur Verfügung steht und weil die Österreichischen Bundesbahnen wohl Weichen auf eisernen Querschwellen aber keinen Oberbau der offenen Strecke auf Eisenschwellen in Verwendung haben. Die Einheitspreise die ich in österreichischen Schillingen*) einsetze, sind nicht die Preise der Deutschen Reichsbahn, diese sind mir unbekannt, sie sind auch nicht die Preise der Österreichischen Bundesbahnen, doch dürften sie diesen immerhin nahekommen.

Dem Oberbau auf Schraubenfedern (Doppelfedern) und festen Stützen lege ich dieselbe Schiene und denselben Schienenstofs wie dem Reichsoberbau B zugrunde dessen Stoffbedarf ich im folgenden anführe; ebenso die gleiche Anzahl von Stützen, also Schienen von 15,0 m Länge auf 23 Stützen. Die Zahl der Verankerungen nehme ich wie bei dem in Abb. 21 dargestellten Gleisstück von 20 m Länge mit sechs, die Anzahl der Querverbindungen jedoch ebenfalls mit sechs an. Die in Abb. 16 ersichtliche 10 cm starke Abpflasterung über dem etwa 80 cm breiten Erdkörper, der den Raum zwischen den beiden Stützenmauern ausfüllt, habe ich in die Kostenberechnung nicht aufgenommen, ebenso nicht die Schienenfesthalte-Vorrichtung. Dagegen ist in der Kostenberechnung die Durchmauerung des Mauerkörpers an der Stelle der Schienenverankerung in einer Länge von 2,40 m und die Vertiefung dieses Mauerkörpers um 20 cm vorgesehen.

Die gröfsten Kosten im vorgeschlagenen Oberbau erfordern die Schraubenfedern, die armierten Unterlagsquader und die Untermauerung.

Das Gewicht einer Schraubenfeder beträgt etwa 2,9 kg, einer Doppelfeder somit 5,8 kg. Der Preis einer Feder, hergestellt aus Silizium-Federstahl, ölgehärtet, beträgt laut Angabe der Firma Böhler bei Abnahme von 1 Stück S 2,80, von 100 Stück S 2,20 und bei Abnahme von 1000 Stück S 2,00 für 1 kg ab Werk Kapfenberg in Steiermark. Es ist wohl als sicher anzunehmen, dafs bei Abnahme von vielen 1000 Stücken und Einwirkung der Konkurrenz ein niedrigerer Einheitspreis erzielt werden kann. Ich lege den Preis von S 1,80 für 1 kg, also S 1800 für 1 t der Berechnung zugrunde.

Die Herstellung der Unterlagsquader würde sich nach den Angaben, die ich bei einer Betonwerkstätte der Österreichischen Bundesbahnen erhielt, die sich seit vielen Jahren mit der Herstellung armierter Rohre, Säulen etc. befafst, etwa wie folgt stellen:

*) 1 Österreichischer Schilling angenähert = 0,73 Goldfranken = 0,7 Goldkronen = 0,6 Reichsmark = 0,14 amerikanische Dollar = 0,03 englische Pfund.

Ein Quader mit 0,132 m³ erfordert im Mischungsverhältnis 1 : 4 46 kg Zement, 0,14 m³ Sand und Kies, 3 kg Eisendraht, somit Kosten der Baustoffe

46 kg Zement zu 0,07 S . . .	S 3,22	
0,14 m³ Sand zu 4,50 S	S 0,63	
3,0 kg neuer Draht von 5 mm Durchmesser samt Binden	S 3,00	
Lohnkosten: Zwei Arbeiter erzeugen bei achtstündiger Arbeitszeit bei Massenherstellung im Tag zehn Quader, das sind 2 × 8 × 0,9 S = S 14,4, somit kostet ein Quader	S 1,44	
Regiezuschlag 50 % von den Lohnkosten	S 0,72	
Kosten der Formen: Eine 4 m lange Form für die gleichzeitige Erzeugung von fünf Steinen kostet S 80.—, bei Erzeugung von 1000 Steinen kommen auf ein Stück	S 0,08	
	S 9,09	= S 9,10
Zuschlag für das Verladen eines Quaders . . .		S 0,50
Zuschlag für das Versetzen eines Quaders an der Baustelle		S 0,80
zusammen für einen Quader . .		S 10,40

Somit kostet 1 m³ Quadermauerwerk samt Armierung und Versetzen 7,58 × 10,40 = 78,83 S, rund 80,— S.

Für die Untermauerung ist Beton im Mischungsverhältnis 1 : 8 angenommen, es ist 1 m³ mit 50,— S herstellbar.

Für die Unterlagsplatten, die die nächstgrößte Post im Kostenanschlag darstellen, habe ich eine Plattenstärke von 12 mm angenommen, dies dürfte wohl sehr reichlich sein. Den Einheitspreis kann ich niedriger als bei den sonst üblichen Platten bemessen, weil die Unterlagsplatte des vorgeschlagenen Oberbaues, nichts anderes als ein in U-Form gebrachtes rechteckiges und vollkommen glattes Blech ist.

Die wichtigsten für die Kostenberechnung angenommenen Ausmafse der einzelnen Bestandteile des Oberbaues sind aus der Kostentafel zu ersehen.

Die vom deutschen Reichsoberbau B übernommenen und für beide Oberbauarten gleichen Bestandteile sind mit einem *) bezeichnet.

Reichsoberbau B mit Schienen 49 kg/m 15,0 m lang auf 22 eisernen Mittelschwellen und einer eisernen Breitfufsschwelle am Schienenstofs.

Gegenstand	Gewicht für 1 Stück kg	Für 15 m Gleis Stück	Für 15 m Gleis kg	Für 1 km Gleis Stück	Für 1 km Gleis t	Kosten in Schillingen für 1 t	Kosten in Schillingen für 1 km Gleis
Schienen 15 m lang .	733,04	2	1466,08	133⅓	97,73	260	25412
Eiserne Breitschwellen	129,34	1	129,34	67	8,67	300	2601
Eiserne Mittelschwellen	78,03	22	1716,65	1467	114,47	300	34341
Laschen	9,06	4	36,24	267	2,42	500	1210
Laschenschrauben . .	0,891	8	7,13	534	0,48	500	240
Klemmplatten	0,743	96	71,33	6400	4,76	500	2380
Spurplättchen	0,266	96	25,54	6400	1,70	500	850
Hakenschrauben . . .	0,711	96	68,26	6400	4,55	500	2275
Doppelte Federringe .	0,092	8	0,74	534	0,05	500	25
Eisenbestandteile für 1 km Gleis					234,83	—	69334
Schlägelschotter 0,5 m unter Schwellenoberkante					m³ 2000	m³ 8	16000
Lohnkosten für das Verlegen des Gleises							15000
Gesamtkosten (ohne Abrechnung des Rückgewinnes) . . .							100334

Oberbau auf Schraubenfedern (Doppelfedern) Schienen 49 kg/m, 15,0 m lang auf 23 Stützen, mit s Schienenverankerungen und sechs Querverbindu

Gegenstand	Gewicht für 1 Stück kg	Für 15 m Gleis Stück	Für 15 m Gleis kg	Für 1 km Gleis Stück	Für 1 km Gleis t	Kost Schil für 1 t
Schienen 15 m*) lang	733,04	2	1466,05	133⅓	97,74	260
Stofslaschen*)	9,06	4	36,24	267	2,42	500
Laschenschrauben Stofs (8)*), Verankerung (24)	0,891	32	28,51	2133	1,90	500
Laschenschrauben der Querverbindung	0,8	72	57,6	4800	3,84	500
Doppelfedern	5,80	46	266,8	3066	17,78	1800
Unterlagsplatten 12 mm stark	17,1	46	786,6	3066	52,44	260
Federschutzhülse 5 mm stark	2,7	46	124,2	3066	8,28	350
Verankerungslasche 25 mm stark	14,9	12	178,8	800	11,92	500
Stahlstempel d = 40, lang 700 mm	6,9	6	41,4	400	2,76	350
Stahlrohr lang 750 mm innen 40, aufsen 50	3,6	6	21,6	400	1,44	600
Winkeleisen samt Nieten, 12 mm stark, 2000 lang	30	12	360	800	24,00	200
Laschenwinkel der Querverbindung 20 mm stark	21,8	12	261,6	800	17,44	450
Verbindungsstange, d = 30, lang 1360 mm	7,5	6	45,0	400	3,00	350
Klemmplättchen der Querverbindung	0,78	24	18,72	1600	1,25	500
Steinschrauben der Unterlagsplatte d = 20, lang 300 mm	0,9	184	165,6	12267	11,04	400
Doppelfederringe*)	0,092	104	9,57	6933	0,64	500
Eisenbestandteile für 1 km Gleis					257,89	—
Unterlagsquader 1 : 4 samt Armierung Draht 5 mm und Versetzen	0,132	46	m³ 6,07	3066	m³ 405	für 1 m³ 80
Untermauerung 1 : 8 siehe Mauerverstärkung bei der Verankerung	—	—	m³ 8,77	—	m³ 585	für 1 m³ 50
Lohnkosten für das Verlegen des Gleises (ohne Mauerwerk) .						
Gesamtkosten (ohne Abrechnung des Rückgewinnes) . . .						

B. Die Kosten der Gleisunterhaltung.

Bei den Unterhaltungsarbeiten am Querschwellenoberkann man deutlich folgende Arbeitsgattungen unterscheiden: die gewöhnliche fortlaufende Unterhaltungsarbeit, die im Auswechseln einzelner Befestigungsmittel gebrochener Laschen, einzelner schadhaft gewordener Schwellen im Unterstopfen kleiner Gruppen locker gewordener Schwellen und im Reinigen der Gleise von Graswuchs usw. besteht weiter die gründliche Durcharbeitung des Gleises, die je nach dem Zustand des Gleises und der Stärke des Betriebes etwa alle vier Jahre nötig ist, und die in

rherstellung der ursprünglichen Gleislage durch Heben
Gleisstrecken, Beseitigung der ungleich gewordenen
llenabstände und Wiederherstellung der durch die Schienen-
rung veränderten Lage der Schienen besteht. Unerwartet
ı gröfsere Arbeiten am Gleis zur Beseitigung
lich auftretender Frostauftriebe entstehen.
Venn ich den Vergleich mit dem Oberbau auf festen
n ziehe, so wird man mir wohl beipflichten, dafs die
enannte Arbeitsgattung, die vornehmlich in der Wieder-
lung der ursprünglichen Gleislage besteht, in dieser
wohl entfallen wird, es wird vielleicht an ihre Stelle
ründliche Überprüfung und Ausbesserung der Stützen-
treten, doch dürfte das Arbeitsausmafs hierfür wohl
ringeres sein; die dritte Arbeitsgattung, die Beseitigung
rostauftriebe wird gänzlich entfallen. Die überwiegende
ahl der Unterhaltungsarbeiten am Querschwellenoberbau
die günstige Jahreszeit gebunden, die Beseitigung der
uftriebe fällt unmittelbar in das Winterende und zwingt
h zur Aufnahme von Verstärkungsarbeiten zu einem
nkte, in dem der Bahnkörper für die Sommerarbeiten
nicht geeignet ist. Beim Oberbau auf Federn und
erten Stützen wird sich die Unterhaltungsarbeit vor-
ch auf die Untersuchung der richtigen Lage der Federn,
Auswechseln von Federn und allfälligen Beilagen und
e Erhaltung der Stützenmauer erstrecken. Die Berich-
der Lage der Federn und ihre Auswechslung ist eine
, die zu jeder Jahreszeit erfolgen kann, die Wieder-
lung einer zerstörten Stützenmauer ist an die günstige
zeit gebunden. Letztere Wiederherstellung wird zweck-
wohl in der Art vor sich gehen, dafs vorerst durch
ücke, Steine oder ein anderes geeignetes Material ein
tützen oder Unterkeilen der Mauerteile oder der Unter-
ıtten erfolgt, bis sich der geeigneteste Zeitpunkt für die
chslung der Quader oder Erneuerung der Untermauerung
Ich möchte darauf hinweisen, dafs ein Umstürzen oder
ichen der Stützenmauer nicht eintreten kann, weil die
beiderseits bis zur Höhe des Bodens der Unterlags-
von einem festen Erdkörper mauerartig umgeben ist,
ein Bruch der Stützenmauer nicht durch ein Auseinander-
der Mauer, sondern nur durch ein Lockern einzelner
teile in Erscheinung treten kann.
ch glaube, dafs durch den Entfall der vielen Arbeiten,
ch aus der Lage des Schwellengleises in der Schotter-
g ergeben, die Bahnunterhaltungsarbeit eine
hmäfsigere wird, der Arbeiterstand im Sommer wird
höher sein müssen als der des Winters, er wird aber
um ein so grofses Mafs höher, und im Winter selbst
kleiner als der heutige sein.
Der vorgeschlagene Oberbau enthält keine Eisenbestand-
(Schienen und Stofslaschen ausgenommen), die einem
eren Verschleifs ausgesetzt sind, da an ihm Klemm-
ien, Nägel oder Schrauben, welche bewegliche, elastische
ile mit ruhenden, unelastischen zu verbinden haben,
ch fehlen. Die Schienen und Stofslaschen selbst dürften
geringeren Abnützung unterworfen werden als im Quer-
lenoberbau, und zwar nicht so sehr deshalb, weil die
e durch die unveränderliche Stützenentfernung geringer
rucht wird, sondern hauptsächlich wegen der gleich-
en und elastischen Lagerung der Schiene, durch die
nur viele Ursachen der Stofswirkungen beseitigt, sondern
ie noch verbleibenden Stofswirkungen elastisch verarbeitet
ı können. Auch der Schienenstofs, oft die Ursache des
en Auswechselns einer Schiene, wird durch die Verringerung
namischen Kräfte und durch die Möglichkeit der An-
ıg günstigster Stützenentfernungen sehr geschont.

VI. Schlufswort.

Venn ich auch in der vorliegenden Abhandlung die Mög-
t der Ausführung des von mir gedachten Oberbaus dargelegt zu haben glaube, so will ich doch nicht verbergen, dafs mir noch zwei Unbekannte offen erscheinen, deren Erkennung nicht auf theoretischem Wege allein möglich ist: Wie verhält sich die auf den vollkommen elastischen Federn ruhende Schiene im Betriebe, werden störende Schwingungen auftreten, und wie verhält sich die Stützenmauer zu der auf sie einwirkenden Kraft?

Ich glaube, die Beantwortung dieser Fragen, sowie die Entscheidung über die Einzelheiten der Konstruktionsteile, kann nur durch die Wirklichkeit, nur durch ausgedehnte Versuche erfolgen. Ich würde daher die Errichtung von Versuchsstrecken auf das wärmste begrüfsen. Für die eisernen Brücken, bei denen an Stelle der Stützenmauer die bekannten Konstruktionsteile der Brücke treten, fällt der zweite Teil der Fragebeantwortung weg; hier könnte die Entscheidung wohl in kürzester Zeit fallen.

Haben die Versuche die Eignung des Oberbaus einwandfrei ergeben, so wird sich eine Bahnverwaltung die Frage, ob sie die Gleise ihrer wichtigsten Hauptlinien auf den vorgeschlagenen Oberbau umbauen soll, in Anbetracht der bedeutenden Kosten, die ein derartiger Umbau erfordert, wohl ausschliefslich vom Gesichtspunkte der Wirtschaftlichkeit beantworten.

Auf der Ausgabenseite die grofsen Ausgaben für ein Gleis, dessen Kosten mit etwa 80 % höher zu veranschlagen sind, als die Kosten eines Schweroberbaus der heute üblichen Form. Auf der Einnahmenseite zweifellos Ersparnisse bei der Erhaltung des Oberbaus, die im Laufe der Jahre wenigstens einen Teil der gemachten Ausgaben hereinbringen werden. Hierher gehört auch die Wertung der gröfseren Betriebssicherheit, die auch als ersparniswirkend in Erscheinung treten kann. Weiter Ersparnisse bei der Erhaltung der Fahrbetriebsmittel. Es wird wohl niemand bestreiten, dafs die Fahrzeuge bei der Fahrt auf steter elastischer Bahn mehr geschont werden, als auf dem Gleis in der Schotterbettung. Wissen wir überhaupt, ob nicht der heutige Oberbau hemmend auf die Entwicklung der Fahrbetriebsmittel eingewirkt hat? Wird z. B. die Ausrüstung der Fahrbetriebsmittel mit Kugellagern, durch die an Zugkraft erspart wird, auf stofsloser elastischer Bahn nicht leichter möglich sein, als auf dem heutigen Gleis? Auch die Frage einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit kann vom rein wirtschaftlichen Standpunkte betrachtet werden: Wenn wir die Geschwindigkeit erhöhen, so tun wir es nur dann, wenn wir uns aus der rascheren Beförderung von Menschen und Gütern Vorteile erhoffen. Schon heute bedrängen uns Flugzeug und Automobil, es ist nicht unwahrscheinlich, dafs wir in nicht allzuferner Zeit im Kampfe mit diesen Konkurrenten auf höhere Fahrgeschwindigkeiten übergehen müssen.

Noch eines: Die Fahrt auf der steten elastischen Bahn wird gewifs gleichmäfsiger und geräuschloser vor sich gehen als auf dem heutigen Gleis. Das Reisen auf der Eisenbahn wird angenehmer werden, die Nerven der Reisenden werden mehr geschont als bisher. Dies in Verbindung mit den kürzeren Fahrzeiten wird der Eisenbahn neue Freunde zuführen. Auf das kommt es aber schliefslich an.

Die Oberbautechniker sind im allgemeinen keine Freunde grofser Fahrgeschwindigkeiten. Ich weifs dies und kann ihnen nicht unrecht geben; je besser jemand den Oberbau theoretisch und praktisch beherrscht, um so besser kennt er die Grenzen der Leistungsfähigkeit des heutigen Gleises und wird aus dem Verantwortungsgefühl heraus vor zu grofsen Geschwindigkeiten warnen. Einen Weg anzudeuten, der vielleicht gangbar ist, um wieder freie Bahn zu bekommen, ist dieser Zeilen eigentlicher Sinn.

Ein Gleisbett aus Beton.

Von Geh. Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf.

Die Pere Marquette-Eisenbahn hat in der Nähe von Detroit ein 404,5 m langes Gleisstück so hergestellt, dafs die Schienen unmittelbar auf einer Betonplatte von 3 m Breite und 53 cm Stärke aufliegen. Die Betonplatte ist zwischen den Schienen wagrecht abgeglichen, aufserhalb hat sie ein Gefälle von etwa 1 cm. Während also neben den Schienen das Wasser auf der Oberfläche in den Graben abfliefst, dessen Böschung unter 1 : 2,5 sich unmittelbar an die Betonplatte anschliefst, sind zwischen den Schienen Entwässerungsrohre von 8 cm Durchmesser eingebaut, die das Oberflächenwasser durch den Beton hindurch nach der Seite abführen. Unmittelbar unter den Schienen liegt je ein Längsträger, dessen Untergurt aus zwei Winkeleisen von 38 mm Schenkellänge, dessen Obergurt aus zwei aufs Hohe gestellten 144 mm breiten und 6 mm starken Flacheisen besteht. Zwischen den beiden unteren Winkeleisen und zwischen den beiden oberen Flacheisen, sie untereinander rechts und links und oben und unten verbindend, stehen U-Eisen von 8 cm Steghöhe, die die Pfosten des Fachwerkträgers bilden. Von aufsen sind an die oberen Flacheisen rechts und links trogförmige Bügel mit der Öffnung nach unten durch Mutterschrauben angeschlossen, auf denen die Schienen mit Klemmplatten und Schrauben befestigt sind. Der Beton ist in der Nähe seiner Oberfläche durch 13 mm starke Rundeisen in 23 cm Abstand, in der Nähe der unteren Fläche durch Rundeisen in 30 cm Abstand, beide quer zur Gleisachse verlaufend, bewehrt. Die unteren Quereisen sind noch durch acht Längseisen verbunden. Unter der oberen Bewehrung liegen noch 19 mm starke Rundeisen in 15 cm Abstand als Abstandhalter für die Träger unter den Schienen; sie sind durch ungefähr unter 1 : 2 verlaufende Bügel mit der unteren Bewehrung in Verbindung gebracht.

Das Betonbett, das 650 m^3 Beton enthält, besteht aus 34 Tafeln von je 11,9 m Länge. Zu seiner Herstellung wurden zunächst kleine Pfähle in 1,5 m Abstand in den Boden eingeschlagen, auf die die Längsträger unter den Schienen aufgelegt wurden; ihre Querverbindungen wurden angebracht, und die Längsträger wurden genau nach Höhe und Richtung ausgerichtet. Zu diesem Zweck wurden die Bügel, die zur Aufnahme der Schienen vorgesehen sind, durch Winkeleisen von 8 cm Schenkellänge mit vorgebohrten Löchern so verbunden, dafs diese Winkeleisen einstweilen an die Stelle der Fahrschienen traten. Dann wurde die Bewehrung des Betons eingebaut und schliefslich der Beton eingebracht, wobei die richtige Lage der die Schienen ersetzenden Winkeleisen mit Theodolit und Nivellierinstrument überwacht wurde.

Ehe die Schienen aufgebracht wurden, wurden die Flächen, auf die sie zu liegen kamen, mit Kaborundum und Wasser abgerieben und dann mit Asphalt angestrichen. Darüber kamen fünf Schichten eines 3 mm starken Isolierstoffs in 133 mm Breite. Endlich wurden die Schienen aufgeschraubt.

Man könnte zwar unter die Schienen Keile oder Zwischenlagen unterschieben, um sie bei Setzungen der Betonplatte in der richtigen Höhe zu erhalten, man hat aber davon abgesehen und beabsichtigt, wenn die Betonplatten etwa nennenswert wegsacken sollten, die ganzen Platten durch untergesetzte Winden anzuheben und sie dann mit dünnflüssigem Zementmörtel unter Luftdruck zu untergiefsen. Um den Mörtel einpressen zu können, wird die Betonplatte von 32 mm starken Rohren durchdrungen, die, solange sie nicht gebraucht werden, durch eine Verschlufskappe abgedeckt sind.

Der Schiene fällt bei dieser Bauart des Oberbaus eine ganz andere Aufgabe zu als bei ihrer gewöhnlichen Lagerung auf Schwellen. Sie ist kein Träger mehr, sondern dient nur noch zur Führung der Räder; sie mufs also einen Kopf besitzen, der auch nach weitgehender Abnutzung diese A noch erfüllen kann, und einen Fufs, der zu ihrer Befe auf der Unterlage dienen kann. Statt der sonst ü Schiene von 65 kg/m Gewicht wird daher auf dem Betonbett eine Schiene verwendet, die bei 9 cm Hö 30 kg/m wiegt.

Der Entwurf des vorstehend beschriebenen Gl beruht auf der Erwägung, dafs die allgemein übliche La des Oberbaus auf einem Schotterbett den Anforderung heutigen Eisenbahnverkehrs mit seinen grofsen Laste infolge der Schnelligkeit ihrer Bewegung auch noch Stöfse auf das Gleis übertragen, und der häufigen Wieder der Belastung nicht mehr gewachsen ist. Das heutige all übliche Gleis weicht von der Bauart, die schon in der Zeit des neuzeitlichen Eisenbahnwesens entwickelt word nur wenig ab. Man verwendet zwar heute stärkere Sc legt die Schwellen enger, befestigt die Schienen bess ihnen und hat auch das Steinbett verstärkt, aber die G anordnung ist dieselbe geblieben. Die Belastungsverh gegenüber einer Lokomotive von 5 t Gewicht mit 2 durch eine heutige Lokomotive der Achsanordnung 2 von 207 t Gewicht, wovon 154 t auf die Triebräder en — Lokomotive Nr. 1 und Nr. 60000 der Baldwin-Lok werke — bedeuten einen so erheblichen Unterschied, da grundlegend von der bisherigen Anordnung abweichen Es sind in den Vereinigten Staaten schon Vorschläge u suche auf diesem Gebiete gemacht worden und der neu der vorstehend beschriebene des jetzigen Präsidenten und fr Oberingenieurs Alfred der Pere Marquette-Eisenbahn.

Ein Gleis auf Betonbettung wäre freilich sehr teue Herstellungskosten werden zu 48760 Dollar für eine (127260 ℳ/km) angegeben, und es müfsten diesen schon sehr erhebliche Ersparnisse an Unterhaltungsa und sonstige Vorteile gegenüberstehen, wenn ihre Aufw sich lohnen soll. Es wird behauptet, dafs dies der F Nicht die Gleisunterhaltung erfordert weniger Arbeit, s auch die Betriebsmittel werden geschont, und der Lau stand der Fahrzeuge wird geringer, so dafs auch an für die Zugkraft gespart wird. Ob sich aber aus der g Elastizität des Gleises nicht auch Übelstände ergeben mindestens zweifelhaft sein.

Der Einbau einer solchen Betongleisbettung hat erh Schwierigkeiten. Er kommt nur in Frage für eine S mit sehr starkem Verkehr, und das Gleis, unter das de eingebaut werden soll, mufs längere Zeit vom Betrie gemacht werden. Das wäre bei einer eingleisigen Strec einigermafsen nennenswertem Verkehr ausgeschlossen u einer zweigleisigen nur mit sehr erheblichen Betriebser nissen möglich. Man könnte zwar die Bauzeit dadu kürzen, dafs man die Betonkörper fern von der Baustelle mäfsig herstellt, sie haben dann aber auf dem Unte nicht die satte Auflage, wie wenn der Beton in bil Zustand eingebracht wird, und es ist dann auch schw die Oberfläche der Platten in eine Ebene zu bringen.

Es lassen sich also gegen ein starres Gleisbett (schriebenen Art sehr erhebliche Bedenken geltend m und wenn man wirklich in gröfserem Umfang von de allgemein üblichen Bauart der Gleise für schwere und bewegte Lasten abgehen will, so müfste es wohl auf anderen Wege geschehen, als auf dem, den die Pere Mar Eisenbahn vorgezeichnet hat. Immerhin ist es aber w solche Bestrebungen kennen zu lernen, sei es auch n sie, wenn auch unter Anerkennung gewisser ihnen zu liegender richtiger Gedanken, als Vorbild abzulehnen.

Stemmlasche gegen das Wandern der Schienen.

Von Oberingenieur **L. Lubimoff**, Moskau.

Hierzu Abb. 1 und 2 auf Tafel 24.

iese Stemmlasche besteht (s. Abb. 1 und 2, Taf. 24) ei Gufsblechplatten von je 6 mm Dicke, 210 mm Breite)0 mm Länge. Auf einer der Platten sind am Rande :hs Nieten von 6,4 mm Durchmesser zwei schmale Gufs- atten a und a_1, Länge 800 mm, Breite 45 mm und 6 mm befestigt, die eine Nute bilden, in die die andere eingeschoben werden kann.

n beiden Platten sind mit fünf Nieten von 9,5 mm Durch- schmiedeeiserne Flacheisen b b_1 von der Länge 800 mm, 60 mm und Dicke 12 mm angenietet, die an ihrem Teile krallenartig umgebogen sind. Die wagrechten el dieser Krallen sind mit zwei Bolzenlöchern versehen, ch Abstand und Weite den Stofslaschen entsprechen. ım ein weniges (24 mm) verlängerte Laschenbolzen also zugleich die Befestigung der Stemmlasche.

ie eben beschriebene Stemmlasche wird folgendermafsen ndet: an solchen Punkten des Gleises, wo ein stärkeres rn der Schienen zu beobachten ist, wird das Gleis zunächst ı in Ordnung gebracht; dann werden je nach der Gröfse)bachteten Wanderschubs entweder in jedem Schienen-)der in jedem zweiten oder auch erst in jedem dritten aschen angebracht.

ierzu werden zwei Laschenbolzen ausgeschraubt und beide ıtten der Stemmlasche in die Bettung niedergetrieben. chten Hammerschlägen wird die randlose Platte in den ınd der anderen eingeschoben und unmittelbar darnach der oben erwähnten verlängerten Laschenbolzen an die vinkellaschen und damit an die Schiene festgeschraubt. enn die Bettung zu sehr festgedrückt ist oder aus r besteht und das Eintreiben der beiden Platten nicht wird, so gräbt man zwischen den Schwellen einen n Schlitz aus und vereinigt darin die beiden Platten, n beschrieben. Selbstverständlich mufs darauf der Schlitz verfüllt und ausgestampft werden und die Bettung wieder ht hergestellt werden.

Als Vorteile jener Stemmlasche können folgende geltend gemacht werden:

1. Sie kann von jeder Eisenbahnverwaltung aus Abfallstoffen angefertigt werden, die in jeder Werkstatt verfügbar sind.

2. Die Anbringung geschieht nur im Schienenstofse und nicht irgendwo in der Mitte des Schienenstranges; folglich werden die Schienen nicht durch neue Löcher geschwächt, die leicht die Ursache gefährlicher Schienenbrüche werden können.

3. Die Stemmlasche behindert das Stopfen der Schwellen nicht und beansprucht auch sonst das Schwellenlager nicht.

Die Stemmlasche hat sich auf einer Versuchsstrecke der russischen Eisenbahn Moskau—Nischny unter folgenden Umständen recht gut bewährt:

Die 1,0 km lange Versuchsstrecke lag auf einer sehr stark befahrenen zweigleisigen Strecke zwischen den Stationen Kouskowo und Obiralowka in Neigung 1 : 250 (4 ‰) und im Bogen von 1000 m Halbmesser. Wegen der Notwendigkeit, an einer Zwischenhaltestelle anzuhalten, wird auf dieser Probestrecke stark gebremst. Die Schienenwanderung betrug daher vom 15. Mai bis 15. September eines Jahres bis 300 mm. Das ganze Gleis wurde nun sorgfältig in Ordnung gebracht und auf eine Hälfte des Versuchskilometers mit 22 Stemmlaschen in jedem zweiten Stofse ausgerüstet, während auf der anderen Hälfte die üblichen Winkellaschen (mit vier Bolzen) belassen wurden.

Die Prüfung ergab, dafs im Laufe von weiteren sechs Monaten auf der ersten Hälfte des Kilometers keine bemerkenswerte Schienenwanderung zu beobachten war, während auf der anderen Hälfte die Wanderung fast in voller Gröfse wieder aufgetreten ist.

Sollte es für nützlich gehalten werden, die beschriebene Stemmlasche auch auf deutschen Eisenbahnen zu erproben, so würde der Verfasser das nur begrüfsen.

Gleisbau auf gefrorenen Flüssen und Seen.

Von Oberingenieur **L. Lubimoff**, Moskau.

Hierzu Abb. 3 bis 7 auf Tafel 24.

e folgende Darstellung betrifft eine wichtige Frage des ıes in nördlich liegenden Gegenden, wo die Winter- turen nach Tiefe und Dauer gröfseren Umfang besitzen. ıtweilige Übergänge über eingefrorene Flüsse, allgemein öfsere oder kleinere Wasserebenen, bietet eine unmittel- eisverlegung auf dem Eise ein sehr wirksames Mittel, örderung einzelner Eisenbahnwagen wie auch ganzer ermöglichen.

den letzten 20 Jahren sind solche Gleislegungen im en Rufsland ziemlich oft mit vollem Erfolge angewendet und geben deshalb Anlafs, einige Beschlüsse über ndregeln solcher Gleisbauten und über die wichtigsten ıaften und das Verhalten des Eises mitzuteilen.

ı ersten Versuche, in Rufsland, unmittelbar auf dem ise zu verlegen, gehen bis auf das Jahr 1892 zurück, solcher Bau auf dem Wolgaflusse unweit der Stadt bei Kazan ausgeführt worden ist, um auf der damals uten Eisenbahnlinie Moskau — Kazan vorläufig einen eb einzurichten, solange die als Wolgaübergang vor- e Brücke noch nicht fertiggestellt war.

ıe weitere Gleislegung auf dem Eise desselben Flusses im Jahre 1895 bei Saratow im Zuge der Rjazan—Ural Bahn. Dann entstand ein solcher Bau im Jahre 1903 über die Nord-Düna bei Archangelsk auf der Moskau—Archangelsk-Bahn. Im folgenden Jahre (1904) wurde die längste Gleislegung in Rufsland in 62 km Länge auf dem Eise des grofsen Baikal-Sees in Sibirien durchgeführt, hierbei wurden auf einer 1,0 bis 1,5 m dicken Eisdecke ganze Züge mit leichten Lokomotiven über den genannten See befördert.

Ebenso wurden auch leichte Lokomotiven und ganze Züge von 15 Wagen bei einer Dicke des Eises von 1 m über den Irtischflufs überführt, und endlich, eine Gleislegung von beinahe 10 km Länge auf dem Eise des Kolaflusses beim Bau der Murmanbahn vollführt.

Die ersten praktischen Beobachtungen über die mafsgebenden Umstände für Gleislegen auf dem Eise wurden zuerst im Winter des Jahres 1915 bis 1916 von Ingenieur Katansky bei dem Gleisbau auf dem Eise bei Ssaratow auf dem Wolgaflusse durchgeführt; er hat für die Eisdecke eine Widerstandfestigkeit von ca. 63,5 kg/cm² auf Druck und von 15 kg/cm² auf Zug ermittelt.

Beobachtungen über den Vorgang der Formänderung der Eisdecke beim Durchfahren einzelner Wagen und ganzer Züge wurden mit dem Durchbiegungsmesser von Fränkel, der gewöhn-

lich bei Brückenprüfungen angewendet wird, angestellt. Das Instrument wurde längs der Gleisachse über einem Loche im Eise auf einem hölzernen Rahmen befestigt; dieser hatte die Form eines π und man liefs ihn im Eise festfrieren. Das zu dem Instrument gehörige Gewicht wurde durch das Loch bis auf den Grund des Flusses hinabgelassen und mittels eines Drahtes mit der Trommel des Schreibwerks verbunden. Der obere Teil des Rahmens befand sich zwischen den Schwellen und ragte bei einer Höhe von 60 cm nicht über Schienenoberkante des Gleises, so dafs die Wagen ganz ungehindert über das Instrument sich bewegen konnten, das sich mit der Eisdecke senkte und eine ganz genaue Aufzeichnung der Einbiegung des Eises ergab.

Endlich wurde im Winter des Jahres 1921 eine Reihe von sehr genauen Beobachtungen über den Gleisbau auf eingefrorenen Flüssen von Ingenieur Sergeeff bei Ssaratoff, wieder auf der Wolga, durchgeführt.

Die Hauptergebnisse jener Beobachtungen sind folgende:

1. Die mechanischen Eigenschaften des Eises sind ziemlich schwankend, da die Druckfestigkeit von 30 bis 75 kg/cm², die Zugfestigkeit von 4,5 bis 18 kg/cm² wechseln kann. Im Mittel ergibt sich eine Druckfestigkeit von 53 kg/cm² und eine Zugfestigkeit von 11,5 kg/cm². Die Elastizitätszahl kann auf $E = 9000$ kg/cm² angesetzt werden. Im ganzen beträgt also die Festigkeit des Eises etwa $^1/_{10}$ von der des Holzes und nähert sich derjenigen eines guten Kalkmörtels (15 kg/cm²).

2. Die Biegsamkeit des Eises unter dem Gewichte der Wagen und Lokomotiven hat zur Folge, dafs das Eis ein Wasservolumen verdrängt, das jenem Gewichte entspricht und eine Art halbzylindrischen Gefäfses (einem Schiffe ähnlich) bildet, das in seiner Höhlung das Gewicht trägt. Dabei ist die Fläche, auf welche sich die Wirkung des Gewichtes erstreckt, im Vergleich mit der Länge des Wagens oder der Lokomotive so grofs, dafs zwei oder mehrere gekuppelte Wagen ihre Wirkungen summieren, so dafs sich die Verbiegungen des Eises und damit die inneren Spannungen sich im Verhältnis zum Gesamtgewicht vergröfsern.

Wenn man annimmt, dafs die Eisdecke unter dem Gewichte der Wagen sich nach einer kugelförmigen Oberfläche biegt, so wird das Volumen des verdrängten, ausgepreften Wassers dem Volumen eines Kugelsegments von der Höhe F bei einem Halbdurchmesser des Segments = R durch die Formel

$$V = \frac{1}{6}\pi F\,[3\,R^2 + F^2]$$

dargestellt (Abb. 3, Taf. 24).

3. Die Biegungsform einer Eisdecke unter der Wirkung des Gewichtes von Wagen und Lokomotiven kann durch eine Gleichung einer elastischen Linie von der Gestalt

$$y = \frac{P}{8\,E\,J}\cdot\frac{1}{a^3}\,e^{-a\,x}\,[\cos a\,x + \sin a\,x] \quad \ldots\ldots 1)$$

dargestellt werden (Abb. 4, Taf. 24).

Hier bezeichnet: y als Ordinate die Höhe der Verbiegungen, P den Druck auf 1 cm² an der unteren Tragfläche des Eisens. Ferner ist

$$a = \sqrt[4]{\frac{\varkappa}{4\,E\,J}}$$

und hierin $\varkappa$ das Gewicht des Wassers (0,001 kg/cm³), x als Abszisse der Abstand des betrachteten Punktes der Eisdecke von dem Druckmittelpunkte, wo der Druck der Fahrzeuge am stärksten wirkt.

Die Länge der Biegungswelle kann, wenn man für die Breite der an der Einsenkung teilnehmenden Fläche der Eisdecke einen mittleren Wert ansetzt, durch folgende Formel dargestellt werden

$$2\,L = \frac{2\pi}{a} = 2\pi\sqrt[4]{\frac{4\,E\,J}{\varkappa}} \quad \ldots\ldots\ldots 2),$$

wobei $J = \frac{b\,h^3}{12}$ das Trägheitsmoment für die durchschn
Breite b des Druckstreifens und h die Dicke der Eisdec

Die gröfste Einbiegung der Eisdecke wird durch die

$$F = \frac{P}{8\,E\,J}\cdot\frac{1}{a^3} = \frac{P\,a}{2\,\varkappa} \quad \ldots\ldots$$

bezeichnet.

4. Die gröfste Einbiegung für eine 75 cm dicke E
wurde gemessen:

für einen einzelnen Wagen . . . . zu 6 bis
für zwei Wagen . . . . . zu 10 bis
für einen ganzen Zug aus 28 leeren
Kesselwagen bestehend . . . . . zu 45 mm.

5. Das Eis arbeitet nicht ganz elastisch. Seine
änderung wird durch die Dauer des Druckes stark bee
So z. B. entstehen und verschwinden beim Durchgan
Wagen die Verbiegungen nur sehr langsam.

6. Die Zeit, während deren die Gewichte einwirk
einen beträchtlichen Einflufs, da mit der Zeit die Verbie
sich vergröfsern und am Schlufs einer Tagesbetriebsze
geradezu gefährliche Gröfse erreichen können.

7. Bei der dynamischen Wirkung schnell bewegte
zeuge erreichen die Verbiegungen der Eisdecke nich
jene Gröfse, die sich bei statischem Drucke derselbe
einstellen würde. Es wird nämlich der gröfste Teil der
dazu verbraucht, den Widerstand des Wassers zu über
das vom einsinkenden Eise herausgepreft wird und eine
Menge entsprechende Beschleunigungen annehmen mufs

8. Bei einer Dicke der Eisdecke von etwa 75 c
breiten sich die Durchbiegungen längs dem Gleise au
60 bis 70 m und quer dazu über 25 m von der Mitte des

9. Eislücken in der Eisdecke von Flüssen und Seen
durch Temperaturspannungen erzeugt. So z. B. zieht sic
Eisdecke um mehr als 0,75 m zusammen, wenn die Tem
von $-5\,^0$ C bis $-20\,^0$ C sinkt. Diese Erscheinung k
grofsen Eisflächen Einrisse verursachen.

Deshalb ist es ratsam, beiderseits eines auf Eis ve
Gleises in einiger Entfernung vom Gleise eine Reihe von
in dem Eise anzubringen, um einer entstehenden »Temp
fuge« eine zweckmäfsige Lage zu sichern.

Ähnliche Lücken bestehen immer in der Natur
Ufern von Flüssen, so dafs das Eis von grofsen Beanspruc
quer zur Flufsrichtung bewahrt ist.

10. Die geringste Dicke der Eisdecke, bei der die Du
von Fahrzeugen noch gestattet werden kann, beträg
beladene Wagen 20 cm; für leichte Lokomotiven 70 c
ganze Züge von 10 bis 15 beladenen Wagen, gezogen vo
leichten Lokomotive 75 cm bis 2,0 m.

11. Die hölzerne Unterlagskonstruktion des Gleis
den Druck der Wagen nur auf eine verhältnismäfsig
Breite der Eisdecke übertragen. Sie bezweckt dabei,
lichen Anstrengungen im Eise zu ermäfsigen, eine gleichm
Druckverteilung herbeizuführen und die dynamischen
der bewegten Fahrzeuge abzumildern.

Die hauptsächlichen Arten der Unterlagskonstru
bestehen aus folgenden Regelbauweisen;

a) Es werden Querhölzer abwechselnd 6 bis 8
22 cm Durchmesser unmittelbar auf die Eisdecke gelegt
Taf. 24).

b) Gewöhnliche Schwellen werden auf zwei Läng
von 22 bis 28 cm Durchmesser, die unter beiden Sc
angebracht werden, befestigt; diese werden ihrerseits a
klötzen von demselben Durchmesser in Abständen von
1,2 m aufgelagert (Abb. 6, Taf. 24).

c) Manchmal hat man Holzkonstruktionen der vorl
benen Art in der unteren Reihe der Querklötze mit

Abb. 1 und 2 zum Aufsatz: Stemmlasche gegen das Wandern der Schienen.

Abb. 1.

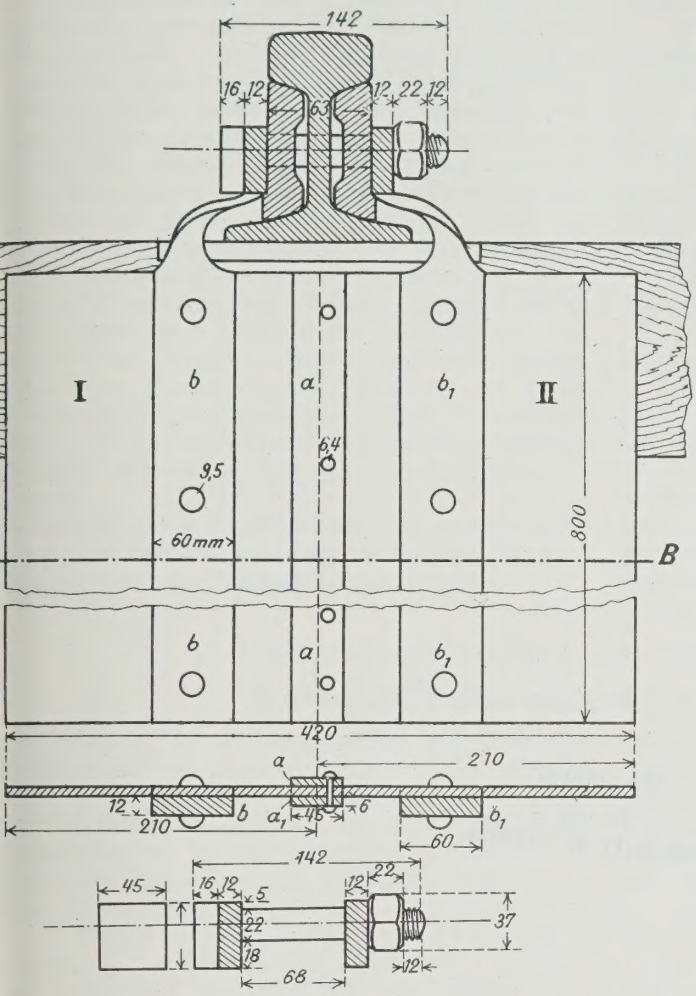


Abb. 2.

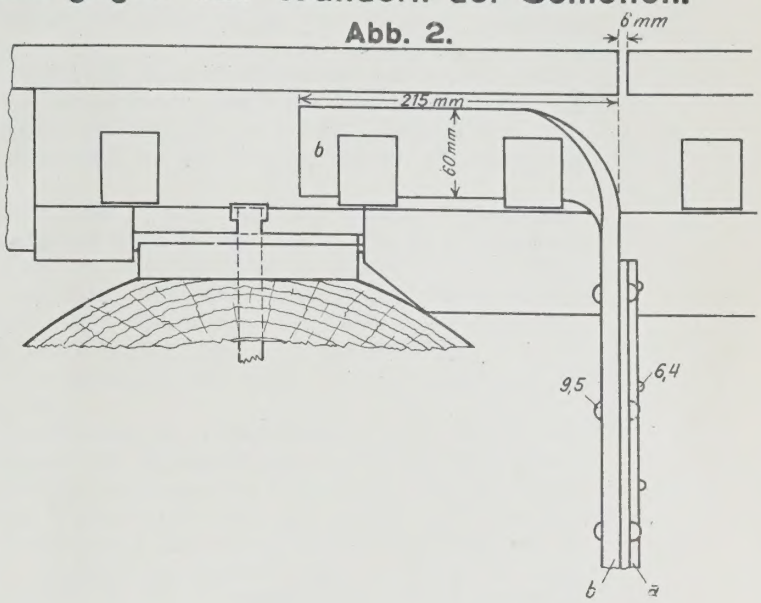


Abb. 4.

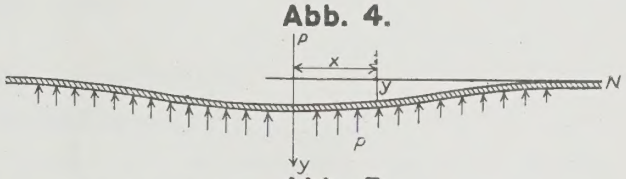
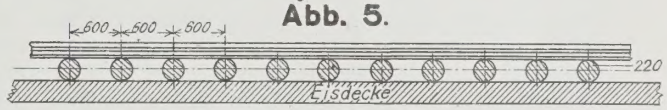


Abb. 5.



Querschnitt.

Draufsicht.

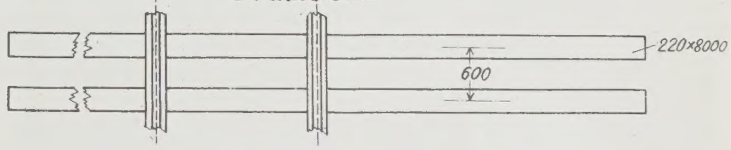


Abb. 3.

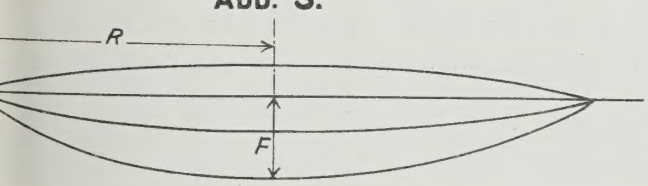
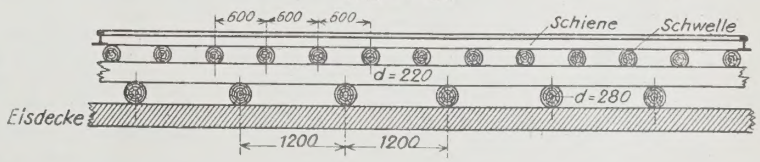
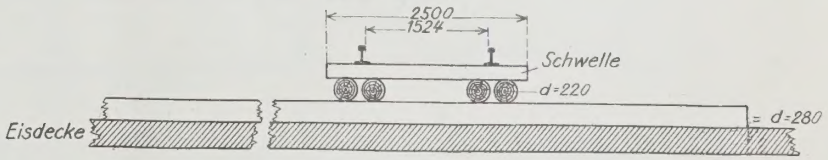


Abb. 6.



Querschnitt.



Bemerkung: Sämtliche Maße sind in mm.

Abb. 7.

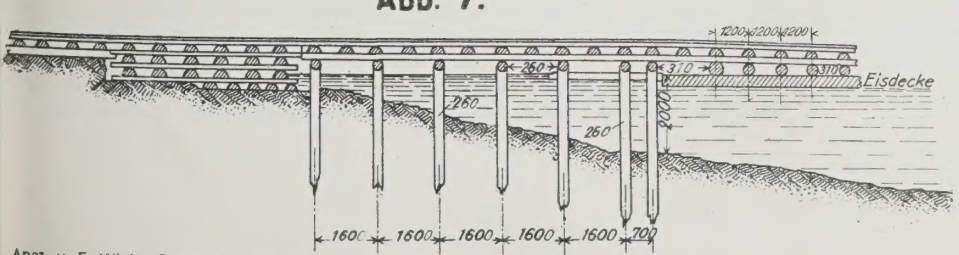
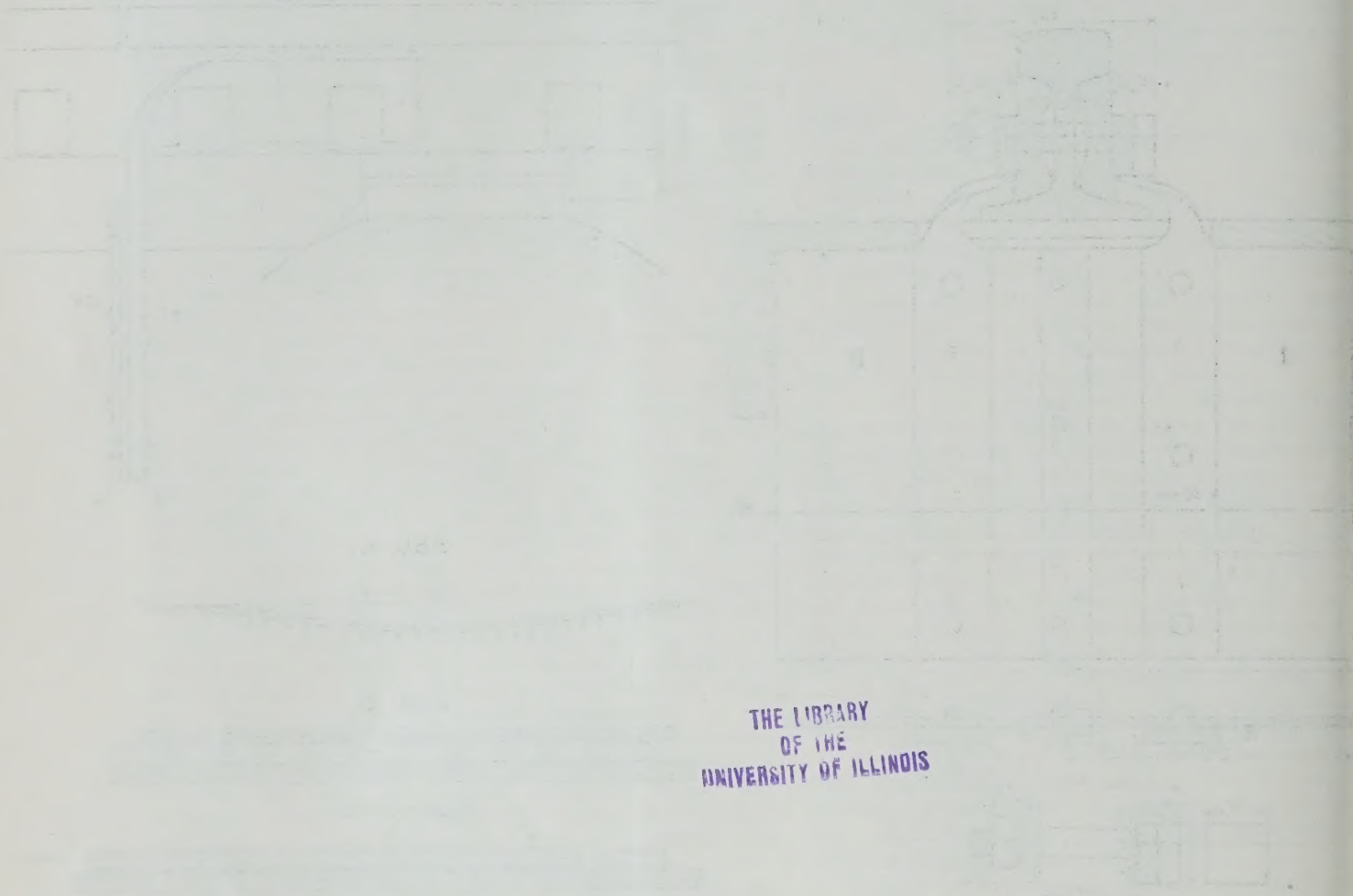


Abb. 3 bis 7 zum Aufsatz: Gleisbau auf gefrorenen Flüssen und Seen.

. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, München



THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

; dieses friert sogleich ein und bildet eine feste
erbindung.
Eine eigentümliche Art von Gleisunterbau wurde auf
ır reifsenden Gebirgsflusse Kola bei dem Bau der
bahn angewendet. In einem Abstande von je 2 m
r Gleisachse wurden in die Eisdecke Löcher gebrochen,
ie Holzbalken bis zum Grunde des Flusses mit dem
Ende nach unten senkrecht eingestellt wurden. (Länge
ten 6 m, Durchmesser 58 cm). Die Lücken zwischen
de der Löcher und den Balken wurden mit zerkleinertem
füllt und mit Schnee fest eingestampft. Von den
stellten Holzbalken wurden die über das Eis heraus-
ı Köpfe bündig mit der Eisdecke abgesägt und Quer-
vechselnd 8 bis 10 m lang auf jenen abgesägten Enden
. Der ganze Raum zwischen der Eisdecke und den
ten wurde mit dürren Holzästen und Schnee gefüllt,
npft und mit Wasser begossen. Nachdem die so zu-
Fläche gänzlich eingefroren war, wurden die Schwellen
verlegt; die Zwischenräume zwischen den Schwellen
gleichfalls mit Schnee gefüllt, ausgestopft und mit
begossen.
r wichtig ist es, einen zweckmäfsigen Übergang zwischen
is auf dem Eise und jenem auf dem festen Boden zu
besonders wenn die Wasserhöhe sich verändert.

Am einfachsten ist eine Bauart des Übergangs, die 20 Jahre lang auf der Wolga bei der Stadt Swijasck angewendet worden ist.

Sie besteht aus einer Aufschüttung von dürren Baumzweigen, die vom Ufer in den Fluſs hinabsteigt, wobei die Eisenbahnwagen auf das Eis in solchen Punkten der Aufschüttung übergehen, wo die Tiefe des Wassers mindestens 2 m beträgt.

Bei mehr oder weniger gleichbleibendem Wasserstande können gerammte Pfahljoche nach Abb. 7, Taf. 24 als Übergang dienen, obgleich sie beständige Aufsicht und öfters einen Höhenausgleich erfordern. Wenn das Wasser steigt, müssen nämlich die Pfahljoche aufgehöht werden, bei fallendem Wasserstande müssen sie weiter in den Fluſs vorgetrieben werden.

Das Übergangsgleis soll keine gröfsere Steigung als 25 $^0/_{00}$ erhalten.

Die Überführung der Eisenbahnwagen über die Eisoberfläche geschieht am zweckmäfsigsten mittels Pferdegespannen aus drei Pferden, die längs dem Gleis laufen und die Wagen mittels eines dicken Drahtes nach sich ziehen. Mufs das Gleis in einem Bogen gelegt werden, so müssen die Pferde auf der Aufsenseite der Krümmung geführt werden. Der ganze Übergang mufs nachts durch elektrisches Licht oder Kerosinpreſsluftlaternen erleuchtet werden.

Aus amtlichen Erlassen der Vereinsverwaltungen.

Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke*).

ch Verfügung der Hauptverwaltung der Deutschen
hn-Gesellschaft vom Dezember 1926 wurden vorläufige
ungen für Holztragwerke eingeführt, die für Brücken,
ten, Lehrgerüste für Brücken aus Holz, Stein, Eisen-
d Eisen und für wichtige Baugerüste gelten.
ihrem ersten Hauptteil sind die allgemeinen Bedingungen
erung, Abnahme und Aufstellung von Holztragwerken
t. Es werden im einzelnen behandelt die Beschaffen-
Holzes, der Holzbedarf mit Holzprüfung, Versand,
und Aufstellung der Bauglieder mit Angaben über
e und Belastungsversuche, die Zeichnungen und Be-
gen mit Angaben über Verdingungsunterlagen. Im

m Buchhandel erschienen: Berlin 1926. Verlag von
m Ernst u. Sohn.

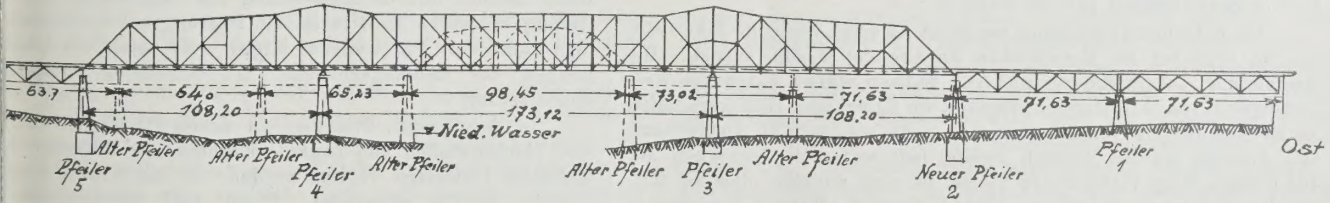
zweiten Hauptteil sind die technischen Vorschriften für das Entwerfen und Berechnen von Holztragwerken enthalten und zwar zunächst Angaben über Querschnittsabmessungen, dann Bestimmungen über die Belastungsannahmen, die zulässigen Spannungen, die Querschnittsermittlung, die Verbindungsmittel und die Einzelheiten der Ausführung.

Das Fehlen behördlicher Bestimmungen über die Ausführung von Holztragwerken, das sich in den letzten Jahren in der Baupraxis bei der weitgehende Verwendung von Holz als Baustoff besonders fühlbar gemacht hat, ist durch diese Mafsnahme der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft beseitigt worden. Die Bestimmungen sind vorläufige, da sich in ihrer Anwendung und durch weitere Erfahrungen notwendige Änderungen und Ergänzungen ergeben können. M.

Berichte.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

ng der Eisenbahnbrücke über den Ohio bei Steubenville.
im Jahre 1868 gebaute zweigleisige Eisenbahnbrücke über
bei Steubenville wurde bisher wegen der immer mehr
nden Verkehrsbelastungen immer wieder verstärkt. Die
struktion wurde bereits 1888 auf den bestehenden Pfeilern



ig erneuert. 1908 und 1909 wurde die Öffnung mit 63,70 m
eiden Öffnungen mit je 71,63 m durch neue Tragkonstruktionen
, während die übrigen Öffnungen aufser der Mittelöffnung
gewonnenen Material zur Verstärkung Mittelträger erhielten.
immer noch weiter zunehmende Verkehrsbelastung und die
der Schiffahrt zwangen schliefslich dazu die Brücke zu
und eine gänzlich neue Anordnung der Gesamtanlage

vorzunehmen. Es wurde daher die ganze Brücke vom Pfeiler 2 (alt) bis 17,20 m über den Pleiler 7 (alt) hinaus vollständig neugebaut. Die neue Einteilung der Brückenöffnungen geht aus der Abbildung hervor. Die westliche Endöffnung wurde verkürzt, die beiden östlichen Endöffnungen wurden in ihrer alten Form belassen. Die Länge der neuen Konstruktion beträgt 389,52 m. Während der neue Pfeiler 2 an die Stelle des alten Pfeilers 2 zu stehen kam, mufsten die übrigen Pfeiler an neu zu bestimmenden Punkten gebaut werden. Die alten Pfeiler waren mit Holzrosten auf Sand gegründet und für die neue Konstruktion nicht lange genug. Die Erbauung des neuen Pfeilers 2 an Stelle des alten gehörte zu den gröfsten Schwierigkeiten des ganzen Umbaues.

Der neue Überbau ist ein über drei Öffnungen durchlaufendes Tragwerk, dessen Hauptträger 11,43 m Abstand von einander haben. Die Höhe der Träger an den Portalen ist 20,42 m, über den Pfeilern 28,96 m. Die vier neu zu bauenden Pfeiler, die auf blauem Tonschiefer gegründet sind, bestehen aus Beton und haben von Schienenoberkante gerechnet Höhen zwischen 38,71 m und 40,84 m. Sie sind mit kreuzweiser Armierung versehen; die Bewehrungseisen mit 25 mm Durchmesser haben senkrecht und wagrecht je 0,61 m Abstand. Die Gründung erfolgte mit Preßluft. Zu diesem Zwecke wurden Caissons abgesenkt, die bei den Pfeilern 3 und 4 10,36 m hoch, 8,84 m breit und 24,08 m lang, bei den Pfeilern 2 und 5 7,07 m breit und 21,03 m lang waren. Die Caissons bei Pfeiler 2, 3 und 4 waren aus Stahl, der bei Pfeiler 5 aus Eisenbeton.

Die größten Schwierigkeiten verursachte die Ausführung des Pfeilers 2, da hier zuerst der alte Pfeiler abgetragen werden mußte. Zur Unterstützung der vorhandenen Brückenkonstruktion mußte ein besonderes Gerüst gebaut werden. Da dieses Gerüst die Brücke selbst und die ganze Verkehrslast zu tragen hatte, durfte es durch die Absenkung des Caissons in keiner Weise beeinflußt werden. Zu diesem Zwecke mußten 256 Pfähle von je 12,95 m Länge durch Sand und Kies bis auf den gewachsenen Felsen gerammt werden.

Bei der Montage des neuen Tragwerkes war es wegen der beschränkten Tragfähigkeit der alten Brücke ausgeschlossen, diese für die Belastung durch die neue Brücke (Aufhängung) in Anspruch zu nehmen. Der starke Zugverkehr gestattete nur in ganz geringem Maße die Benützung der Brückengleise für Montagezwecke. Die Wassertiefe und die Belange der Schiffahrt beschränkten die Möglichkeit der Verwendung eines Lehrgerüstes. Es wurde daher die Hauptöffnung mit 173,12 m Stützweite durch Vorkragen unter Verwendung von Dampf- und Laufkranen gebaut. Die lichte Breite der neuen Konstruktion und die Anordnung der Querverbindungen war so gewählt, daß sie ohne Beeinträchtigung der alten Brücke aufgestellt werden konnten.

Nachdem die Auflagerung der Gleise auf die neue Konstruktion durchgeführt war, wurde die alte Brücke unter Aufrechterhaltung des vollen Betriebes abgebrochen. Wa.

(Railway Age 1927, Heft 18, S. 1050.)

Schweißen von Schienenstößen in Amerika.

Zur Erzielung ruhigen Laufes der Fahrzeuge wurden in Amerika heruntergehämmerte Stöße in den letzten Jahren in großem Umfang durch Schweißen wiederhergestellt, was sich nach einem Bericht in Railway Age (1926, 2. Hälfte, Heft 12) technisch und wirtschaftlich gut bewährt hat. Die Hauptursache für die Erneuerung der Gleise ist ja, wenn nicht gesteigerter Betrieb und erhöhte Achslasten ein schwereres Gleis verlangen, die Abnützung der Stöße. Außer dem Schweißen der Stöße kommt die Verbesserung durch Absägen der abgenützten Schienenenden oder durch Auffrischen der Schienen in Betracht. Jede der beiden letzteren Verbesserungsarten erfordert aber den Ausbau der betreffenden Schienen, ihren Transport zum und vom Eisenwerk und Materialverlust, wozu noch die eigentlichen Kosten für das Absägen oder Auffrischen kommen. Die Eisenbahngesellschaften, welche diese Arbeitsverfahren anwenden, wurden veranlaßt, sich über ihre Erfahrungen und über die Ausdehnung der Verfahren zu äußern. Es ergab sich, daß bei 44 Gesellschaften mit zusammen 283 000 km Streckenlänge bis zum Berichtstag rund 2 200 000 Stöße mit einem durchschnittlichen Kostenaufwand von 6,20 ℳ/Stoß instand gesetzt wurden.

Die Schienenschweißung reicht in Amerika bis zum Jahr 1913, wo sie zunächst an Herzstücken angewendet wurde, zurück. Die Anwendung zur Instandsetzung von Stößen wurde durch die Notwendigkeit von Arbeitereinsparungen im Kriegsjahr 1917 veranlaßt. Da sie sich als sehr vorteilhaft erwies, nahm sie rasch an Ausdehnung zu. Anfangs wurden vielfach Zweifel laut wegen der Sicherheit der auf diesem Wege verbesserten Stöße, da man annahm, daß die notwendige Erhitzung der Schienen das Gefüge des Materials ungünstig beeinflussen könnte. Die sorgfältige Beobachtung der geschweißten Stöße verbunden mit Untersuchungen in Versuchsanstalten hat gezeigt, daß die Befürchtungen unbegründet sind, wenn die Schweißung richtig und sachgemäß vorgenommen wird. Im gleichen Sinne äußerten sich auch die großen Eisenbahngesellschaften.

Für die Durchführung der Schweißungen wurde das S Azetylen-Verfahren angewendet; nur zwei Gesellschaften s elektrisch. So verwendet z. B. die Süd-Pacific-Gesellschaft elektrische Schweißapparate.

Die Kosten schwanken in sehr weiten Grenzen 4,20 ℳ und 12,00 ℳ (in Ausnahmefällen). Wenn die Kos Schweißung den Betrag von rund 10 ℳ übersteigen, ersc Auswechseln der Schienen vorzuziehen. Die Kosten hängen Maße von dem Umfang ab, in dem die Schweißungen vorg werden. Bei den Gesellschaften, die das Schweißverfah ausgedehnt anwenden, schwanken daher die Kosten zwisch und 7,30 ℳ. Alle Gesellschaften äußern sich sehr befrie das Verfahren, da der Zuglauf ein sehr ruhiger ist merkliche Zunahme der Lebensdauer des Schienenmater zustellen ist. Die Zahl der Brüche an geschweißten Stö bisher unter 1% der Schweißstellen.

Oberflächenhärtung der Schienen durch Betriebseinfl

Im Bahnhof Grisolle zwischen Toulouse und Montaub am 8. November 1908 eine Schiene bei Durchfahrt eines 21 Stücke, wodurch der Zug entgleiste. Bei der Sch Unfalls wurde die Untersuchung der Ursachen einer b Kommission übertragen: das Schienenmaterial war gesund vorschriftsmäßiger Zusammensetzung. Die Doppelkop waren sehr wenig abgenützt, obwohl sie bereits 25 Jahr sehr stark befahrenen Gleis lagen. Die Schienenlauffläche der Innenseite auffallende Härte. Die harte Fläche war be zahlreichen Querrissen, die z. T. tief in das Schieneninne drungen waren. Die Schienen trugen auch zahlreiche Sch der Triebachsen der Lokomotiven. Die Sachverständigen na daß die Risse dem Vorhandensein der gehärteten Sc zuschreiben seien, die weniger dehnungsfähig ist als das befindliche Schienenmaterial. Es wurde vermutet, daß die auf mechanischem Wege durch das Schleifen der Räder ei sei. Andere Sachverständige erklärten, daß es sich um e liche starke Erwärmung (über 850 Grad) und darauffolgen liche Abkühlung oder durch eine ganz örtliche starke handle, während die benachbarten Schienenteile ihre T beibehielten. Dies wäre durch Schleudern der Räder begr

Zwei weitere derartige Unfälle im Jahre 1925 auf de der Orléansbahn gaben erneut Anstoß, dem Studium d Aufmerksamkeit zu widmen.

Nachdem die Schienenoberfläche beim Befahren dur Zug in raschem Wechsel auf Zug und Druck beansprucht gehärtete Schicht aber weniger dehnungsfähig ist als d Schiene, kann bei solchen Schienen ein plötzlicher Bruch Da bei der mechanischen Härtung die Härtung des Materi das Schieneninnere allmählich abnimmt, bei der Härtu plötzliche Erhitzung aber ein plötzlicher Übergang zwischen und ungehärteter Schicht wahrzunehmen ist, ist die Auswi Härtung durch Erwärmung die gefährlichere.

Um die hierdurch entstehenden Brüche zu vermeide die Entstehungsgründe nach Möglichkeit herabzumindern. z. B. beim Übergang von zweigleisigem auf eingleisigen B Anhalten durch Langsamfahrt zu ersetzen. Die dure Bremsung der Güterzüge bringt eine Besserung, da das Sch Räder aufhört und die Anwendung von Gegendampf nicht Gerade hierdurch wird meist die Härtung auf mechanisch hervorgerufen. Ein weiteres Mittel wäre nach der Quell höhung der Reibungsgewichte der Maschinen entspre Zugbelastung.

In den kurzen Strecken, in denen Härtungen wahr sind (Anfahrstellen von Zügen), könnten die Schienen n laufender Unterlage verlegt werden. In der Praxis wurd U-Eisen hierfür verwendet. Wenn auch hierdurch der selbst nicht entgegengearbeitet werden kann, so wäre Auswirkung eines Schienenbruches viel weniger gefährlich freien Strecke könnte dieses Mittel wegen der Erschwe der Unterhaltung kaum Anwendung finden.

(Revue générale des chemins de fer 1926, Heft 5, S.

Betrieb in technischer Beziehung, Signalwesen.

elbsttätige Bremsvorrichtung von Miller für Lokomotiven.

Unter dieser Überschrift ist in Heft 3, Seite 56, dieser Zeitschrift Beschreibung einer induktiven Zugbeeinflussung, Bauart Miller . A.), gegeben, die bei dem überwiegend fachlich eingestellten kreis doch einer Ergänzung bedarf.

Bekanntlich ist den amerikanischen Eisenbahngesellschaften staatliche Verordnung aufgegeben, Zugbeeinflussungen in einer steten Zeit einzuführen. Unter diesem Zwang hat sich natürlich len betroffenen 44 Eisenbahngesellschaften eine sehr eingehende uchstätigkeit entwickelt, von der man heute nur sagen kann, sie trotz der fünf Jahre, die bereits seit Erlafs der ersten rdnung verstrichen sind, noch nicht abgeschlossen ist. Jedenfalls aber in dieser Zeit sehr wertvolle Erfahrungen gesammelt en, die zu verwerten für jeden, der sich mit dieser Frage befafst, Selbstverständlichkeit ist.

Die Bauart Miller beansprucht für uns deshalb besonderes esse, weil sie neueren Datums ist und für ihre Entwicklung meinend die neuesten Erfahrungen richtunggebend waren. Verht man die Bauart Miller hinsichtlich der Übertragungsvorrichtung den elektroinduktiven Zugbeeinflussungen, die z. Zt. von der schen Reichsbahn versucht werden — eine Beschreibung dieser ichtungen wird an anderer Stelle gegeben —, dann läfst sich hierbei wieder feststellen, dafs die beiderseitigen Erfahrungen einstimmen. Zu klären bleiben noch die Fragen der Stromart pannung, der Frequenz und die Anwendung des Resonanzprinzips. meiner Auffassung sind die deutschen Bauarten in der Klärung r Fragen schon einen Schritt weiter, doch läfst sich hierüber ndgültiges Urteil erst nach Abschlufs der Versuche bilden.

Ein Vergleich des Millerschen Betriebsprogramms, d. i. die utzung der Übertragung auf der Lokomotive, mit dem deutschen icht möglich, weil die beiderseitigen Auffassungen darüber von der abweichen.

Die Bauart Miller verwendet, wie alle übrigen induktiven chtungen, einen sogenannten Gleismagneten und einen Lokomotivneten. Der Lokomotivmagnet setzt sich jedoch bei dieser Bauart aus zwei getrennten parallel nebeneinanderliegenden Magneten zusammen, von denen jeder eine Erreger- und eine Empfängerspule trägt. Die Erregerwicklungen liegen im Stromkreise eines Hochfrequenz-Generators. In dem Stromkreise der Empfängerspulen ist das sogenannte Lokomotivrelais eingeschaltet. Es dient zur Einleitung der verschiedenen Beeinflussungen, wie Steuerung der Führerstandsanzeigen und der selbsttätigen Bremsung.

Erreger- und Empfängerwicklungen sind unter sich hintereinander geschaltet. Bei gewöhnlicher Fahrt werden durch die von den Erregerspulen erzeugten Kraftlinien in den Empfängerspulen elektromotorische Kräfte induziert, welche sich addieren. Die Wicklung des Lokomotivrelais liegt an Spannung, der Relaisanker ist angezogen.

Beim Überfahren eines Gleismagneten in Haltschaltung schliefsen sich die von den Erregerspulen erzeugten Kraftlinien auch über diesen. Sie sind den vorstehend erwähnten entgegengerichtet. Durch geeignete Wahl der magnetischen Widerstandsverhältnisse wird erreicht, dafs sich diese Kraftlinien gegenseitig aufheben und in den Empfängerspulen keine elektromotorischen Kräfte mehr erzeugt werden. Das Lokomotivrelais wird stromlos, sein Anker fällt ab, die Führerstandsanzeigen werden beeinflufst und die selbsttätige Bremsung eingeleitet.

Der Unterschied der Fahrt- und Haltschaltung eines Gleismagneten wird dadurch erreicht, dafs dessen Magnetspule durch einen Signalflügelkontakt kurzgeschlossen oder unterbrochen wird. Bei Haltschaltung wird durch die Rückwirkung der kurzgeschlossenen Magnetwicklung erreicht, dafs das Entstehen der über den Gleismagneten geleiteten entgegengesetzt gerichteten Kraftlinien kräftig gedämpft wird, so dafs der durch die Wicklung des Lokomotivrelais fliefsende Strom noch genügt, um dessen Anker angezogen zu halten. Es kommt zu keiner Beeinflussung.

So weit sich aus der amerikanischen Literatur verfolgen läfst, sind in New York Central im vergangenen Jahre 29 Meilen mit 24 Gleismagneten nach der Bauart Miller ausgerüstet. Versuchsergebnisse sind aber bis jetzt noch nicht bekannt geworden. Aust.

Buchbesprechungen.

nbahnbetriebsunfälle und ihre Verhütung von Dr. Ing. Adolf ofs, Dresden. Berlin 1926. Verlag der Verkehrswissenhaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der utschen Reichsbahn, Berlin W 8. Format Din A 5. VI; 95 Seiten t vielen Abbildungen und zwei Tafeln. Geheftet Preis 3,40 RM.

Die Behandlung von Eisenbahnbetriebsunfällen in ihren Ursachen Folgen und deren Verhütung in dem vorliegenden Büchlein entht ihrer Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb. Die Gliederung des es ist zielbewufst und übersichtlich. Durch die aufserordentlich Darstellung und die knappe Fassung sowie durch die Vermeidung rockenen Anordnungs- und Paragraphenstiles ist das Lesen ertert und anregend.

Das statistische Material und dessen Auswertung in Teil I ist ersichtlicher Weise zusammengestellt und auf das Notwendigste nränkt.

Der II. Teil bringt eine Schilderung bemerkenswerter Unfälle und gefährdungen aus der das im Betriebe stehende Personal viel lernen . Diese Sammlung ist zweifellos geeignet, das Verständnis der dienstvorschriften zu erleichtern, zu vertiefen und zu beleben.

Der III. Teil mit seinen Unfallverhütungsbildern und den dabei nden Merkregeln in Reimen und in ungebundener Rede mahnt Personal in sehr ansprechender Weise zur Vorsicht bei der it. Besonders die Bilder mit den Reimregeln, welche meines ens erstmals von der R. B. D. Dresden auch in Form von Bilder- herausgegeben wurden, erfreuen sich grofser Beliebtheit beim Per- ; sie finden sich deshalb auch an vielen Arbeitsstellen angeheftet.

Sehr wirksam wäre vielleicht auch noch gewesen ein Hinweis Wort und Bild, welch traurige Folgen persönliche Unfälle auch für die eigene Familie haben können. Die im Anhang beigenen Prüfungs- und Wiederholungsfragen machen das Buch für Unterricht und für das Selbststudium sowie für die Vorbereitung Prüfungen sehr geeignet. Wir können dem Buche eine recht e Verbreitung nur wünschen. Stegner.

Die Sicherungseinrichtungen für den Zugverkehr auf den deutschen Bahnen. H. Möllering, Oberbaurat a. D., Honorarprofessor der Technischen Hochschule Dresden. XII, 554 Seiten mit 376 Abbildungen Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1927. Preis geheftet 32,—, gebunden 35,— RM.

Nach statistischen Erhebungen ist die Verkehrssicherheit bei den deutschen Eisenbahnen gröfser als bei den anderen zeitgemäfsen Verkehrsmitteln. Dies ist u. a. auf die hohe Vollkommenheit aller technischen Einrichtungen, namentlich auch der Signal- und Sicherungseinrichtungen zurückzuführen. Die folgerichtige Entwicklung der letzteren entsprechend der fortschreitenden Verkehrstechnik ist im vorliegenden Werk in neun Abschnitten eingehend behandelt.

Der erste Abschnitt befafst sich mit den Signalen für den Zugverkehr und den geforderten Abhängigkeiten, der zweite mit den mechanischen Sicherungsanlagen, insbesondere den Signaleinrichtungen, den Weichensicherungen und den Abhängigkeiten in den Stellwerken. Der dritte Abschnitt dient der Erörterung der Blockeinrichtungen, während die beiden folgenden Abschnitte über die Bahnhofsblockung und die Streckenblockung für zwei- und eingleisige Bahnen Aufschlufs geben Abschnitt VI und VII behandeln das umfangreiche Gebiet der Kraftstellwerke, insbesondere der elektrischen Stellwerke und der dabei angewendeten Blockeinrichtungen. Die beiden letzten Abschnitte geben Ausblicke für die zukünftige Entwicklung. Im Abschnitt VIII wird die selbsttätige Streckenblockung, wie sie bereits bei städtischen Schnellbahnen in Betrieb ist, erörtert. Grofsem Interesse wird auch der neunte Abschnitt über die versuchten Mittel zur Verhütung des Überfahrens von Haltsignalen begegnen. Die Schwierigkeiten des Problems, dessen Lösung auch schon in anderen Ländern angestrebt worden ist, werden in vollem Umfange klar gelegt. Doch läfst gerade dieser Abschnitt ersehen, dafs die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft nichts unversucht läfst, um wie bisher, so auch künftig hinsichtlich der Verkehrssicherheit und Zuverlässigkeit des Signalsystems an der Spitze der Nationen zu bleiben.

Das vielfach schwierige Gebiet ist im vorliegenden Werke in klarer Gliederung und flüssiger Sprache erschöpfend behandelt. Zahlreiche deutliche Abbildungen und Schaltpläne unterstützen das Eindringen in die Zusammenhänge. Das Buch dient sowohl den Anfängern beim Studium der verwickelten Fragen des Eisenbahn-Sicherungswesens und wird auch von den Fachleuten gerne zur Hand genommen werden, um die Kenntnisse zu vertiefen und sich über verwar Systeme zu unterrichten. Es bedeutet eine wertvolle Bereicher der im Vergleich zu anderen Gebieten nicht allzu umfangreic Literatur und kann bestens empfohlen werden.

Zu wünschen wäre nur, dafs einer nächsten Auflage noch Sachverzeichnis angegliedert werden möchte. Saurle

Verschiedenes.

Die deutsche Werkstofftagung und ihre Bedeutung für das Eisenbahnwesen.

Vom 22. Oktober bis 13. November 1927 findet in Berlin die erste grofse Werkstofftagung statt, die vom:

Verein deutscher Ingenieure, dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, dem Zentralverband der deutschen Metall-, Walzwerks- und Hütten-Industrie, dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, dem Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik, dem Deutschen Normenausschufs, den Mafsgebenden Verbänden der Verbraucher und dem Messe-Amt der Stadt Berlin

veranstaltet wird.

Die Werkstofftagung hat die Aufgabe, die breiten Schichten der Werkstofferzeuger mit dem noch viel gröfseren Kreis der Werkstoffverbraucher zu enger Gemeinschaftsarbeit zusammenzuführen. Diese Zusammenarbeit ist notwendig, da die Werkstoffe für das gesamte Gebiet der Technik aufserordentlich grofse Bedeutung haben und von ihrer richtigen Auswahl, Verarbeitung und Prüfung nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern in vielen Fällen auch die technische Durchführbarkeit eines Verfahrens überhaupt abhängt.

Die Verwendungsgebiete der Werkstoffe in der Technik sind aber so zahlreich und verschiedenartig, dafs nur ein Teil der wichtigsten Werkstoffe auf der diesjährigen Werkstofftagung behandelt werden kann. Andernfalls würde man durch die Fülle des Gebotenen den Besucher ermüden; auch ist man durch den zur Verfügung stehenden Raum stark begrenzt. Man hat sich daher entschlossen, zunächst nur drei grofse Gebiete: Metalle, Nichtmetalle und Isolierstoffe der elektrotechnischen Industrie zu zeigen und die übrigen nicht weniger wichtigen metallischen Baustoffe, sowie das grofse Gebiet der Verbrauchs- und Betriebsstoffe in einer späteren Tagung zu behandeln.

Die Werkstofftagung zergliedert sich in die Werkstoffvorträge und die Werkstoffschau; diese zerfällt wieder in eine Übersicht und eine Prüfschau der Werkstoffe.

Die Vorträge werden vor allem in der Technischen Hochschule Charlottenburg gehalten, und zwar in der Zeit vom 22. Oktober bis 6. November. Bisher sind etwa 300 Vorträge vorgesehen mit einer durchschnittlichen Dauer von 30 Minuten; möglichst viel Zeit hat man für die Aussprache angesetzt, um so allen Erzeugern und Verbrauchern Gelegenheit zu geben, aus ihren Erfahrungen das Wichtigste mitzuteilen, Fragen zu stellen, Wünsche zu äufsern und Anregungen zu geben. Auf diese Weise hofft man, die Gemeinschaftsarbeit zwischen Erzeugern und Verbrauchern, zwischen Forschern und Ingenieuren der Praxis usw. am besten zu fördern. Ein Teil der Vorträge soll auch so gehalten sein, dafs sie für Meister, Handwerker und Arbeiter einerseits, für kaufmännische Leiter industrieller Werke und einzelner Abteilungen anderseits verständlich sind. Es ist auch zu hoffen, dafs bedeutende Forscher und Ingenieure des Auslandes zur Mitarbeit bereit sein werden.

Die Werkstoffschau findet in der Neuen Ausstellungshalle am Kaiserdamm statt. In der Werkstoffprüfschau wird gezeigt, welche Werkstoffeigenschaften zur Zeit erforschbar sind und welche Verfahren und Einrichtungen hierfür Anwendung finden. Ein grofser Teil der neuen Automobilhalle wird in ein riesiges Prüffeld verwandelt, in dem mehr als 100 Materialprüfmaschinen für die verschiedensten Prüfverfahren von Eisen und Stahl, den Nichteisenmetallen und den elektrotechnischen Isolierstoffen aufgestellt und in Betrieb genommen werden.

Als notwendige Ergänzung der Prüfschau wird in den drei grofsen Abteilungen der Eisen- und Stahl-, Metall- und elektrotechnischen Gruppe eine Werkstoffübersicht gegeben, in der die Mannigfaltigkeit der Werkstoffe, ihre richtige Auswahl, falsche und richtige Behandlung und das Verhalten im praktis Betriebe an zahlreichen Beispielen gezeigt wird.

Für die gesamte Verkehrstechnik ist die richtige Auswahl Verwendung der Werkstoffe deshalb ganz besonders wichtig, weil noch weit mehr als bei ortsfesten Anlagen der Platzbedarf das Gewicht die technische Ausnutzung und die Wirtschaftlich beeinflussen. Daher hat auch die Deutsche Reichsbahn ein besonderes Interesse für die Tagung gezeigt und einen ihrer He damit beauftragt, das Fortschreiten der Arbeiten dauernd zu verfo und den Veranstaltern der Werkstofftagung durch Mitarbeit und Unterstützung behilflich zu sein.

Einige wichtige Gesichtspunkte, die über die Bedeutung Werkstoffe für das Eisenbahnwesen Aufschlufs geben, sollen hier kurz erwähnt werden: Schon bei ortsfesten Anlagen wird mögl jedes unnötige Gewicht vermieden, um an Anlagekosten zu sp und um die Leistung, z. B. durch Gewichtsverminderung schwing Massen zu erhöhen. Diese Forderungen für ortsfeste Anlagen bei Fahrzeugen in noch höherem Mafse zu berücksichtigen, da der Brennstoffverbrauch durch das Gewicht stark beeinflufst Es ist daher anzustreben, nicht nur die Lokomotiven, sondern die Wagen so leicht wie möglich zu bauen, um die Leistun erhöhen und den Brennstoffverbrauch zu verringern. Die Gewi verminderung ist aber nicht nur eine konstruktive Frage, sor auch eine Werkstoffrage; es sei hier nur an die grofse Bedeu der Leichtmetalle erinnert, die auch für das Eisenbahnv schon eine gewisse Bedeutung erlangt haben. Ein zweiter wich Gesichtspunkt ist die immer mehr zunehmende thermische konstruktive Verbesserung der Maschinen und der Kessel von L motiven. Um den thermischen Wirkungsgrad der gesamten L motivanlage zu erhöhen, versucht man in letzter Zeit, einerseit Hochdruckdampfbetrieb überzugehen, und sehr hohe Ü hitzungstemperaturen anzuwenden, anderseits das W gefälle durch Einbau von Kondensatoren zu vergrölsern. G aber der Übergang zum Hochdruckdampfbetrieb und die Anwen sehr hoher Temperaturen bedingt eine sehr sorgfältige Stoffaus und Stoffbehandlung, andernfalls würde die Lebensdauer der L motive geringer und dadurch die Brennstoffersparnis wieder gehoben werden. Also auch hier ist die Werkstoffrage ausse gebend. Endlich ist auch die Bedeutung der Werkstoffe für Ei bahnbrückenbau und für den gesamten Oberbau aufserorde grofs. Durch Wahl hochwertiger Werkstoffe kann auch eine hier oft an Gewicht und an Anlagekosten ganz bedeutend ge und die Wirtschaftlichkeit dadurch bedeutend gehoben we anderseits die Betriebssicherheit wesentlich verbessert werden sei hier nur an die Anwendung von Stählen hoher Festigkeit Brückenbau, an die Auswahl haltbarer Stoffe und die zweckmä Verarbeitung von Schienen, an die richtige Behandlung der Schw und vor allem an die aufserordentlich grofse Bedeutung der strichtechnik für das Eisenbahnwesen erinnert. Denn, d Baustoffe dauernd den Einflüssen der Witterung ausgesetzt sin ist die Gefahr des Rostens und der Korrosion sehr grofs. Schlufs sei noch auf die immer mehr zunehmende Bedeutun Schweifstechnik hingewiesen, die, ihrer Wichtigkeit entsprec gleichfalls eingehend auf der Werkstofftagung behandelt wird. dieses Gebiet ist für das Eisenbahnwesen, namentlich für Werkstättenbetrieb, von sehr grofser Bedeutung.

Dies sind nur einige wenige Beispiele, die aber schon de die Bedeutung der Werkstoffe gerade für das Eisenbahnwesen erk lassen. Es ist anzunehmen, dafs alle im Eisenbahnfach tä Ingenieure der Werkstofftagung grofses Interesse entgegenbr und viele Anregungen jeder Art dort empfangen werden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Münche
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

gan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
ftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
hrgang 30. Juni 1927 Heft 12

euen Verbrennungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse.

Von Reichsbahnbaumeister Dipl.-Ing. Nolde, Berlin.

Hierzu Tafel 25 und 26.

den Heften 2 und 4 (1926) des »Organs für die Fort- des Eisenbahnwesens« sind einige der im Betrieb der en Reichsbahn-Gesellschaft laufenden Triebwagen be- en worden. Inzwischen hat sich der Triebwagenpark vergrößert; Ende März 1927 ist u. a. ein vierachsiger riebwagen, von denen die Waggon- und Maschinenbau- Görlitz für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft vier ern hat, in Dienst gestellt worden, der wegen seiner nordnung im Drehgestell und durch seinen Antrieb enswert ist.

Die Bauart.

r Wagen (Textabb. 1 und Abb. 1 bis 4, Taf. 25) besitzt 4. Klasse und faßt bei 76 Sitzplätzen etwa 150 Fahrgäste.

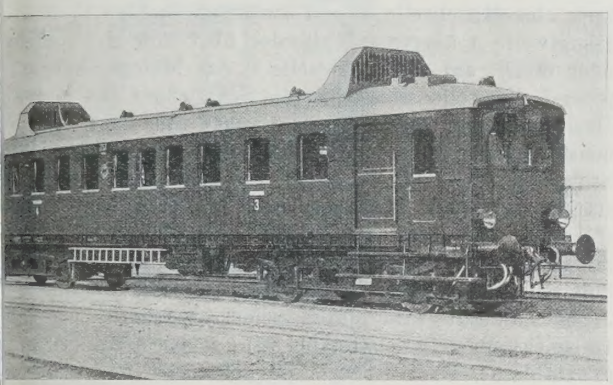


Abb. 1. Ansicht des Benzoltriebwagens.

vicht beträgt 40 t entsprechend einem Sitzplatzgewicht von und einem Gewicht von 891 kg pro qm Nutzfläche. In Drehgestell ist ein Motor von 90 PS Höchstleistung unter- t, so daß als Triebkraft 180 PS zur Verfügung stehen. Höchstgeschwindigkeit in der Ebene ist rechnerisch zu ermittelt.

im Wagenkasten ist als Baustoff Stahl verwendet. Die des Wagens über Puffer beträgt 21 m, die Kastenlänge lie Wagenenden sind auf eine Länge von 4,4 m an beiden eingezogen, um Trittbretter und Türen unterbringen zu Der Zugang zum Wageninnern erfolgt auf beiden Seiten Vorräume, die von den Führerständen (Textabb. 2) durch nwände abgeteilt sind. Der jeweils hintere Führerstand s Post- bzw. Gepäckabteil verwendet.

der Motor besitzt einen besonderen, auf dem Dach unter- ten Kühler, die beide untereinander durch Ausgleich- verbunden sind. Geheizt wird der Wagen vom Kühl- Als Beleuchtung ist eine Boschanlage mit einer Spannung 4 Volt und einer Batterie mit einer Kapazität von ennstunden vorgesehen worden. An beiden Kopfenden heinwerfer angebracht, die durch vorgeschaltete Wider- bei der Einfahrt in Bahnhöfe abgeblendet werden können. lüftung sind Wendlersauger eingebaut.

e Steuerung der in den beiden Drehgestellen unter- ten Maschinenanlagen erfolgt elektropneumatisch, d. h. vom Führerstand aus werden fernelektrisch Magnetventile gesteuert, die durch kurze Preßluftleitungen wiederum die mechanischen Schaltorgane betätigen. Bei einem der Wagen ist die Steuerung rein elektrisch ausgebildet.

Dadurch, daß jede Maschinenanlage für sich geschlossen in einem Drehgestell untergebracht ist, kann man leicht eine schadhafte Anlage gegen eine Ersatzanlage auswechseln bzw. bei Ausfall einer Anlage den Wagen mit der andern fortbewegen.

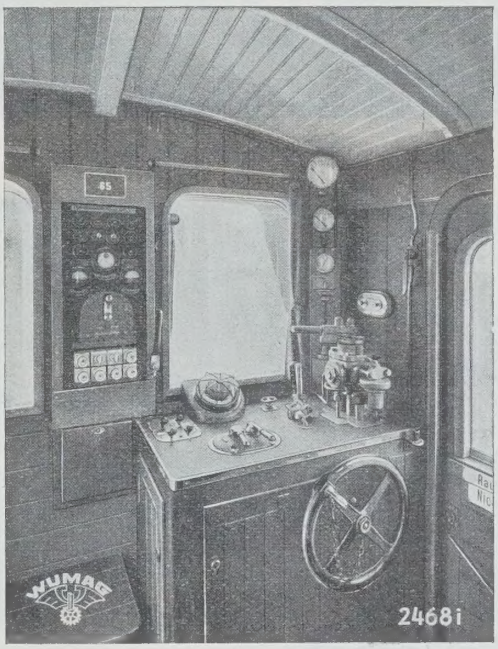


Abb. 2. Führerstand.

Der Lauf des Wagens ist in Anbetracht der Anordnung des Motors im Drehgestell ein außerordentlich ruhiger. Motorgeräusche werden auf den Wagenkasten kaum übertragen.

Das Maschinendrehgestell. (Abb. 5 u. 6, Taf. 25.)

Die Triebkraft wird folgendermaßen auf die Achse übertragen:

Der Motor treibt über die Hauptlamellenkupplung das Wechselgetriebe und dann mit Kardanwelle und Kirchbachschen Gelenken (Textabb. 4) das auf der Triebachse sitzende Wendegetriebe an. In die Kardanwelle ist eine Sicherheitsrutschkupplung eingebaut, die bei geringer Überlastung der Maschinenanlage zu gleiten anfängt. Die gesamte Anlage ist in einem aus Stahlblech hergestellten zweiachsigen Drehgestell Bauart Görlitz mit einem Radstande von 3,9 m angeordnet. Die Wiege ruht auf vier 2 m langen Blattfedern (Abb. 6, Taf. 25), die weitere Abfederung des Drehgestellrahmens erfolgt durch Blattfedern, die beiderseits in Schneckenfedern über den Achsbuchsen hängen, so daß die Maschinenanlage vollkommen gegen die Schienenstöße abgefedert ist.

In jedem Drehgestell ist ein Brennstoffbehälter mit einem Fassungsvermögen von 150 l eingebaut. Der Brennstoffvorrat reicht für etwa 400 km. Der Brennstoff fliefst durch natürliches Gefälle den Motoren zu. Hierdurch werden die sonst häufigen Störungen durch Unterdruck- bzw. Druckförderung vermieden. Motorwechselgetriebe und Nebenapparate sind in einem Rahmen gelagert und können mit dem Rahmen leicht abgesenkt werden. Motorwelle, Hauptwelle, Wechselgetriebe und Triebachse liegen in einer Höhe und zwar so tief, dafs kein Teil der Maschinenanlage in den Wagenkasten hineinreicht.

Die Bremsgehängeanordnung ist ähnlich der eines D-Zugwagens. Der Kompressor ist unmittelbar mit dem Motor gekuppelt und erzeugt die für die Einkammer-Knorrbremse und die Steuerung nötige Luft.

Abb. 3. Aufsicht auf das Drehgestell.

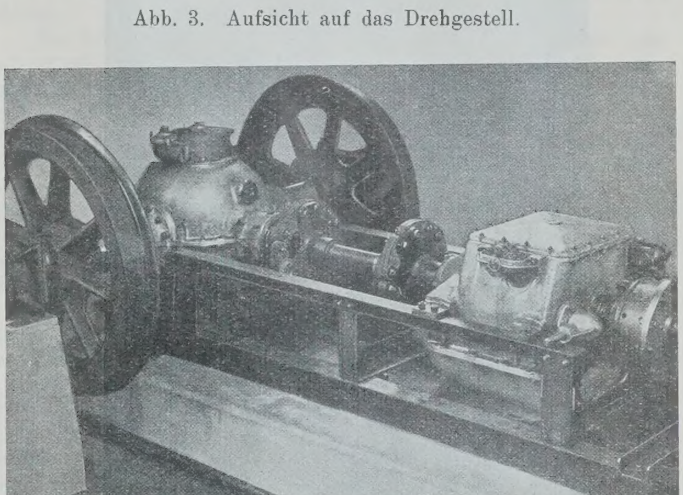


Abb. 4. Maschinenanlage.

Als Triebmaschine ist ein Sechszylinder-Benzolmotor von 90 PS bei 1000 Umdr./Min. von der Firma Büssing verwendet. Angelassen wird der Motor durch einen Boschanlasser oder im Notfall von Hand. Je drei Zylinder haben einen Vergaser, der so angeschlossen ist, dafs keinesfalls die Zylinder sich gegenseitig den Brennstoff absaugen können. Die Brennstoffregulierung geschieht durch Vergaserdrosselklappen, die einmal durch den Drehzahlregler bei Überschreitung der Höchstdrehzahl, andererseits durch einen Gashebel vom Führerstand aus geregelt werden. Beim Drehen dieses Hebels wird ein Druckminderventil verstellt; der hierdurch eingestellte Luftdruck (0 bis 6 at) überträgt sich durch eine Luftleitung auf eine Steuermembran, die ihrerseits mit Hebelübertragung die Vergaserdrosselklappen reguliert. Selbstverständlich müssen die Hebelübersetzungen der beiden Motorregulierungen gegeneinander abgestimmt werden, um ein gleichmäfsiges Arbeiten der Motoren und damit stofsfreies Schalten zu erzielen.

Gekühlt wird der Motor durch Wasser, das durch die von der Kurbelwelle angetriebene Kühlwasserpumpe in die Kühler gepumpt wird. Durch Verstellen der Kühlerklappen kan Temperatur des Kühlwassers auf der Höhe von 65 ° C ge werden. Die Kühlwassertemperatur ist durch elektrische thermometer auf jedem Führerstand zu messen.

Die Zündung erfolgt durch einen Bosch-Magneta und der Zündzeitpunkt kann durch Verdrehen der verstel Federkupplung zwischen Magnet und Antriebswelle um 1(geändert werden.

Das Wechselgetriebe. (Textabb. 5 und Abb. 7 bis 9, Ta

Das Wechselgetriebe ist nach dem Prinzip der schaltung ausgeführt mit fünf Geschwindigkeitsstufen und

Gang Nr.	Wechselgetriebsübersetzung	Geschwindigkeit km/Std.	Motordrehzahl von	Motordrehzahl bis	Gesa überset (einschli Wendege
1	1 : 7,11	10	0	1000	1 : 18,
2	1 : 4,37	16,5	610	1000	1 : 11,
3	1 : 2,66	27	610	1000	1 : 6,
4	1 : 1,63	44	610	1000	1 : 4,
5	1 : 1	72	610	1000	1 : 2,

Das Gehäuse des Sodengetriebes (Abb. 7 bis 9, Ta enthält drei in Kugel- bzw. Rollenlagern geführte Welle zwar eine Mittelwelle A und zwei Nebenwellen C_1 und C_2 Hauptwelle A überträgt entweder über eine der Nebenwe oder direkt auf die Treibwelle B das Motordrehmoment. jeder Nebenwelle sitzen lose die Schalträder für je zwei Das Schaltrad des fünften Gangs sitzt auf der We achsial verschiebbar. Die beiden anderen auf Welle A sitz Stirnräder sind fest verkeilt. Die einzelnen Schalträde ständig paarweise in Eingriff und werden durch geringe schieben, ohne dafs ihr Eingriff gestört wird, durch mit ihren zugehörigen Wellen gekuppelt. Hierdurch ist er dafs die Zahnabnutzung auf ein Minimum herabgesetzt Jedes Zahnrad wird durch seine besondere, fest auf Hülse (h) sitzende Schaltgabel (g) auf der Achse (w) vers (Textabb. 5). Das Ausrücken der Schaltgabeln (g) geschieht Prefsluft über einen Ausrücker (a), das Einrücken durch kraft. Über den Schalträdern liegt im Gehäuse eine walze (R), die den Verschiebevorgang der Schaltgabeln folg mafsen steuert:

Die Riegelwalze R hat auf ihrem Umfang verteilt f fünf Gänge fünf Bohrungen (b), in welche die zu de Gängen gehörigen Riegelzapfen (S) der fünf Schaltgabe eingreifen können (Textabb. 5 und Abb. 7 u. 8, Taf. 25). Zapfen liegen alle in Höhe der Riegelwalzenachse. A Riegelwalze sind die Löcher so verteilt, dafs jeweils nu Bohrung beim Drehen der Walze in die Ebene der kommen und nur ein Zapfen in Eingriff gebracht kann; die nicht in Eingriff stehenden Zapfen legen sich den Umfang der Riegelwalze, so dafs die Klauenkuppl der zugehörigen Gänge nicht einrücken können und son der gewählte Gang gekuppelt ist.

Das Drehen der Riegelwalze kann sowohl mechanis auch elektrisch oder durch Prefsluft geschehen. D mechanische Steuerung durch die gemeinsame Gestängeanor für die beiden Drehgestelle sehr verwickelt werden wür beim Wumagwagen die elektropneumatische Steuerung g worden, und zwar wird die Riegelwalze R beim Schalten Betätigung eines Magnetventils durch den Sechszylinders (Textabb. 5 und 6) gedreht.

Jeder Zylinder dieses Schalters enthält einen Kolb mit einer Zahnstange (a), die in das Ritzel (1) der walze eingreift. Durch stufenweise Hubbegrenzung der ein

nisse.

Abb. 4.

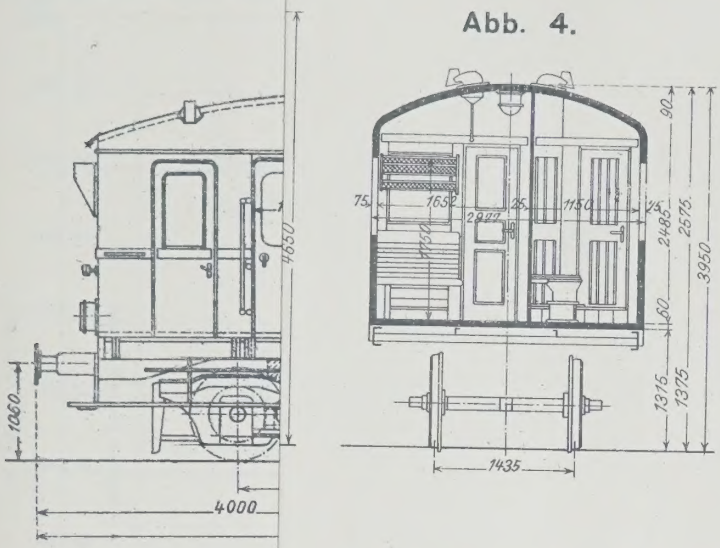


Abb. 1 bis 4 Ansicht des neuen Verbrennungstriebwagens.
Maßstab 1:80.

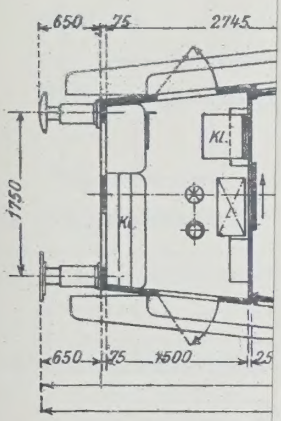
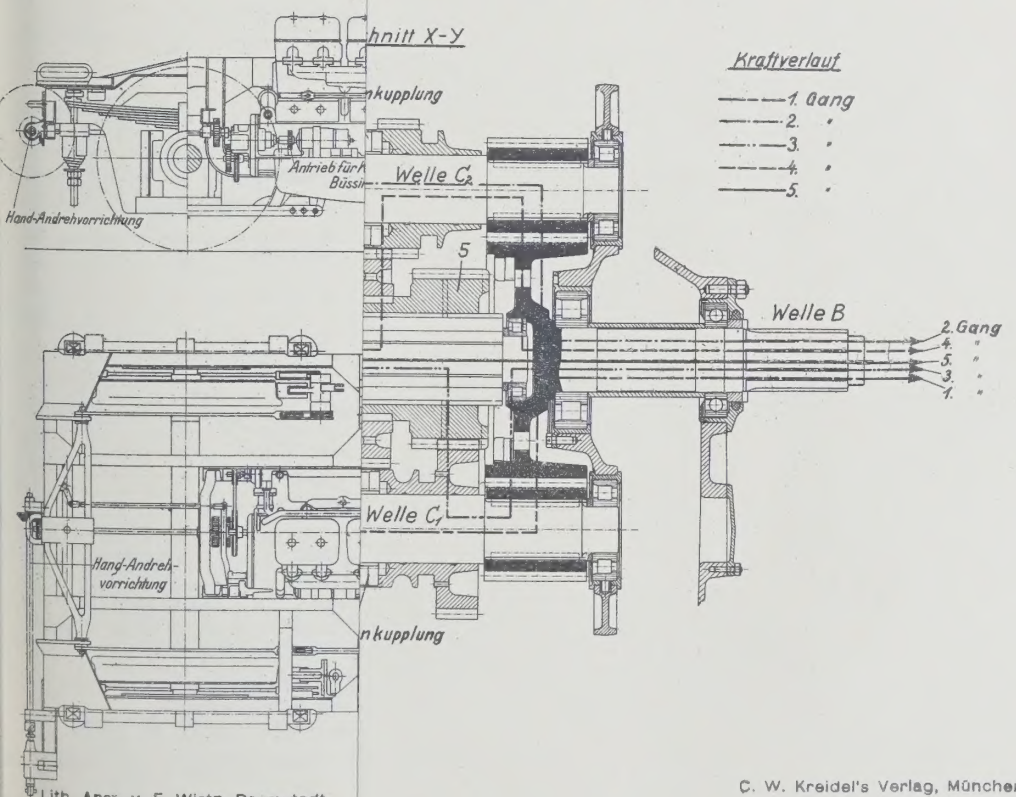


Abb. 5

3 facher Größe von Abb. 7 und 8.)



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

Zum Aufsatz: Die neuen Verbrennungstriebwagen der deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse.

Abb. 1.

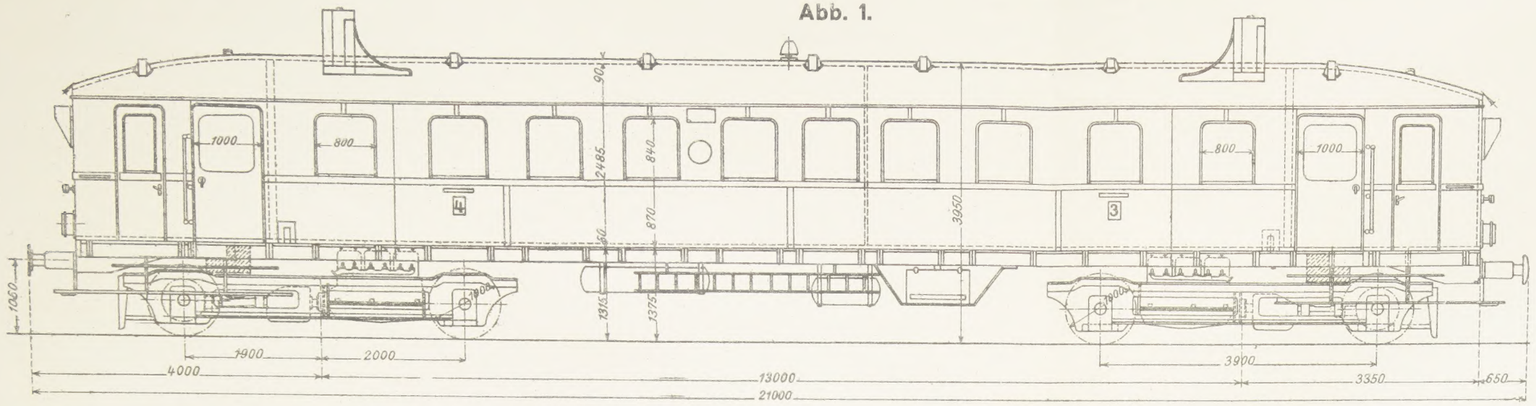


Abb. 2.

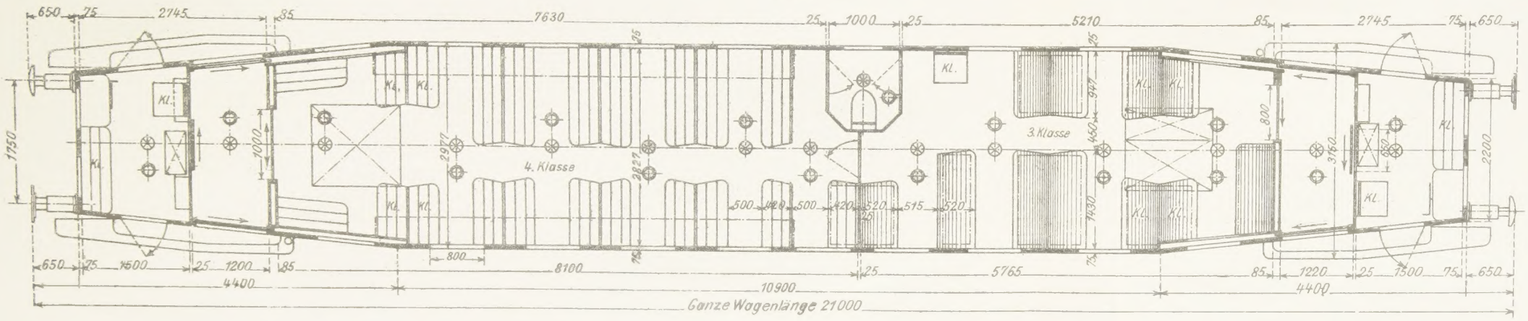


Abb. 3.

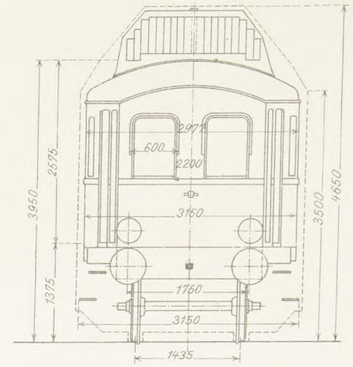
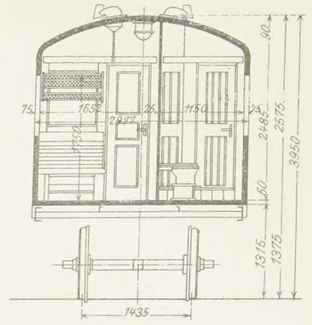


Abb. 4.



Lampe.
Sauger.
3. Klasse 27 Sitzplätze.
4 „ 49 „ „
Wagengewicht etwa 39 800 kg.
Beleuchtung: System Bosch.
2 Sechszyl. Motoren von je 90 PS. = 180 PS.
Luftdruckbremse Bauart „Knorr" 16".
Wechselgetriebe mit 5 Geschwindigkeiten.
Höchstgeschwindigkeit in der Ebene 72 Km.
Kl. = Klappsitz.

Abb. 1 bis 4 Ansicht des neuen Verbrennungstriebwagens.
Maßstab 1:80.

Abb. 5 und 6 Maschinendrehgestell.
Maßstab 1:40.

Abb. 5.

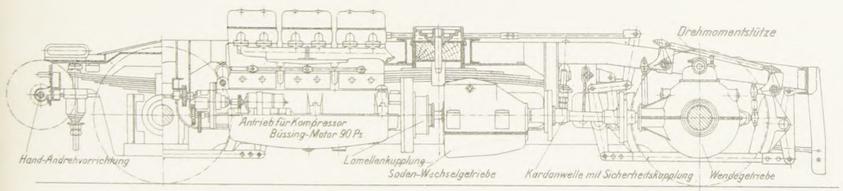
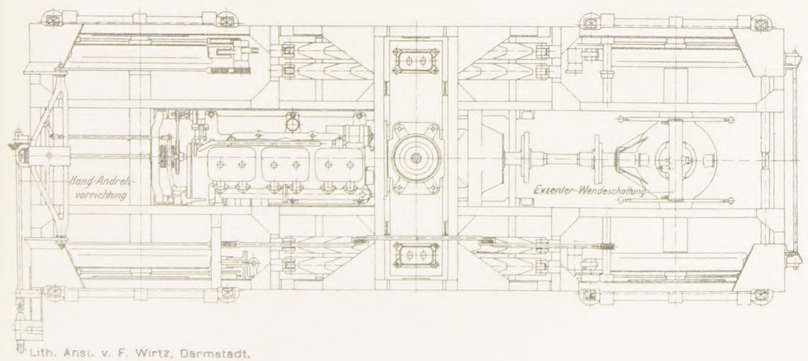


Abb. 6.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 7 bis 9 Anordnung des Wechselgetriebes.

Abb. 7.

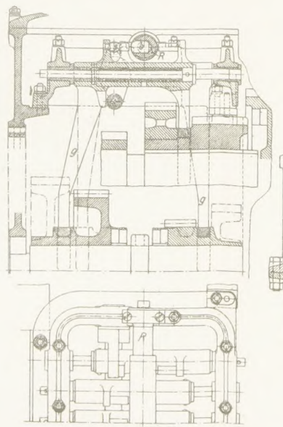


Abb. 8.

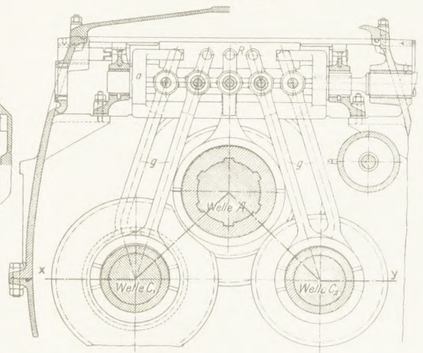
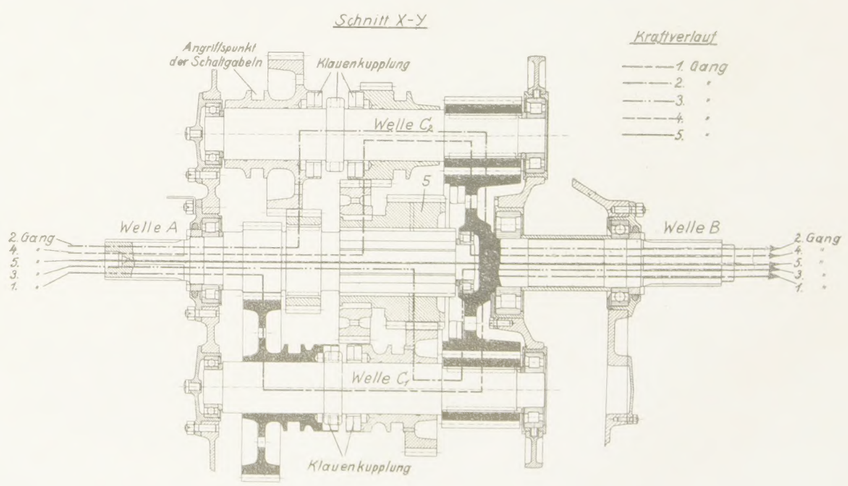


Abb. 9. (in 4/3 facher Größe von Abb. 7 und 8.)



C. W. Kreidel's Verlag, München

Zum Aufsatz: Die neuen Verbrennungstriebwagen der deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und ihre Versuchsergebnisse.

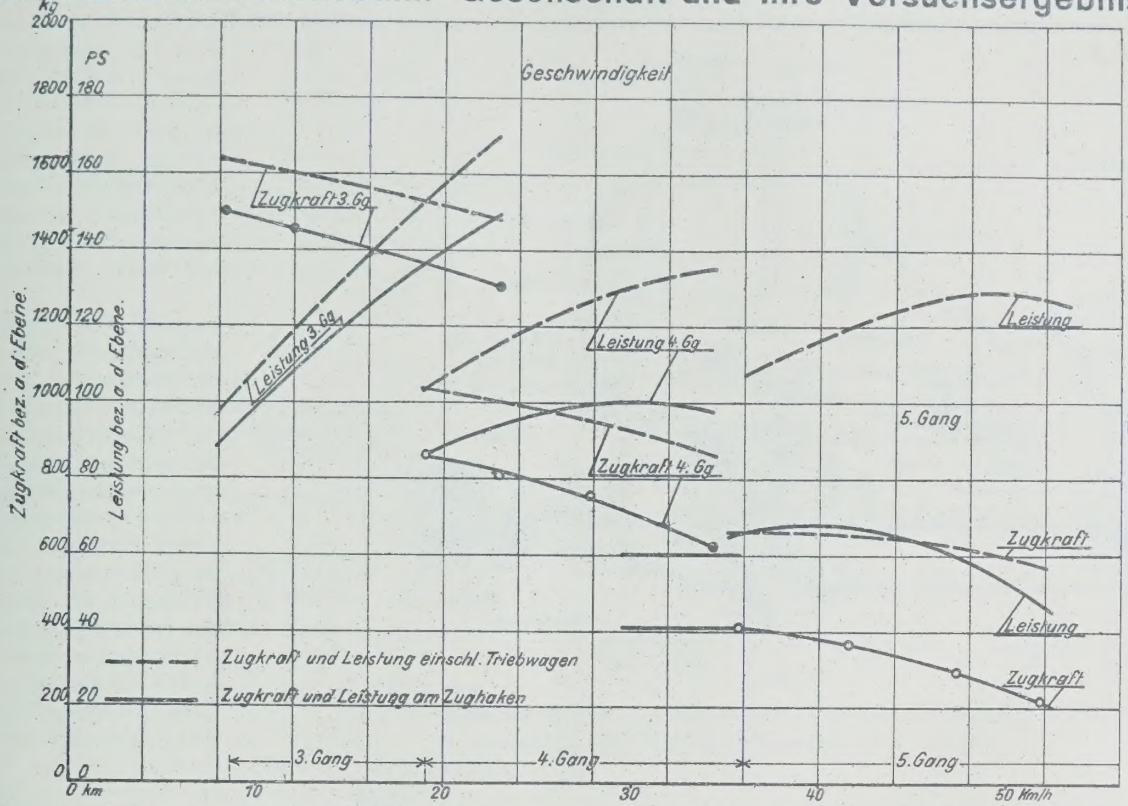


Abb. 1. Größte Zugkräfte und Leistungen beim 3. bis 5. Gang in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.

Abb. 5. Laufwiderstand des Triebwagens.

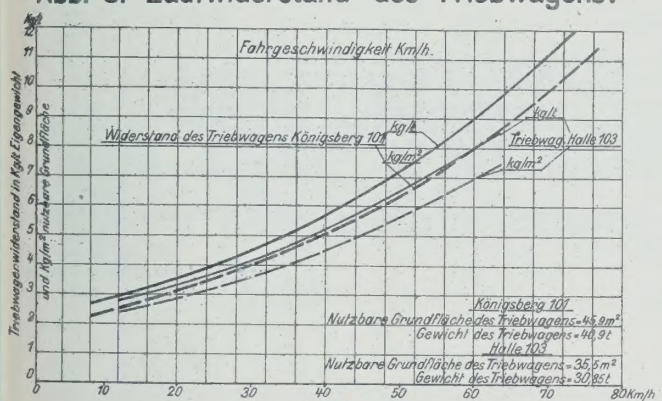


Abb. 4. Brennstoffverbrauch in g/tkm bei verschiedenen Geschwindigkeiten. 5. Gang.

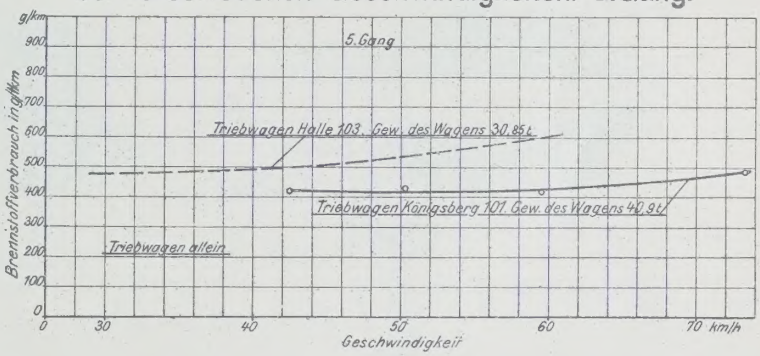
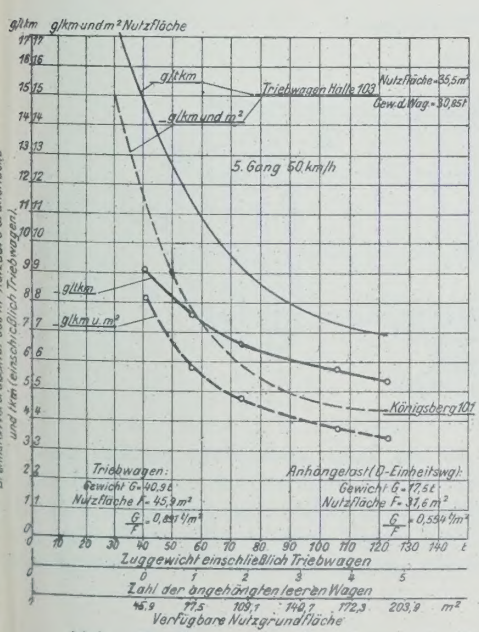


Abb. 2. S-V Schaulinien des Triebwagens.



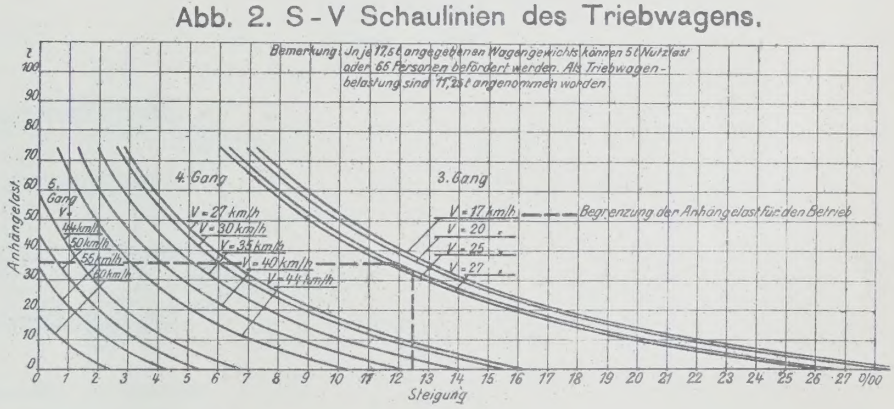


Abb. 1. bis 5 Ergebnisse der Versuchsfahrten.

Abb. 3. Brennstoffverbrauch für ...s geleistete Nutzflächen- kilometer und tkm.

...th. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, München

ıngen wird erreicht, dafs die Riegelwalze sich nacheinander dem gewählten Gang entsprechende Stellung dreht. Die ralze ermöglicht es also, Gang vorzuwählen. Durch ngschalter (Textabb. 5) erhält dem gewünschten Gang ge- Magnetventil Strom und be- ber den Sechszylinderschalter hl des Ganges; nach Bedarf i Betätigung des Kupplungs- der betreffende Gang ein- tet.

vischen Motor und Wechsel- sitzt die Hauptlamellen- ıg, die durch Prefsluft ein- urch Federkraft ausgerückt Bei jedem Schaltvorgang wird t die Lamellenkupplung aus- , kurz darauf werden durch en Prefsluftkolben (Z) mittels Ausrückers sämtliche Schalt- von der Riegelwalze ab- ı. Nachdem die Riegelwalze den Zahnstangenschalter auf wählten Gang eingestellt ist, durch Federkraft die Schalt- und die Kupplungen unter ıng des Prefsluftzylinders (Z) ckt.

Hilfskupplung (H) ist so bemessen, dafs sie nur imstande ist, die Welle A mit ihren Schalträdern mitzunehmen.

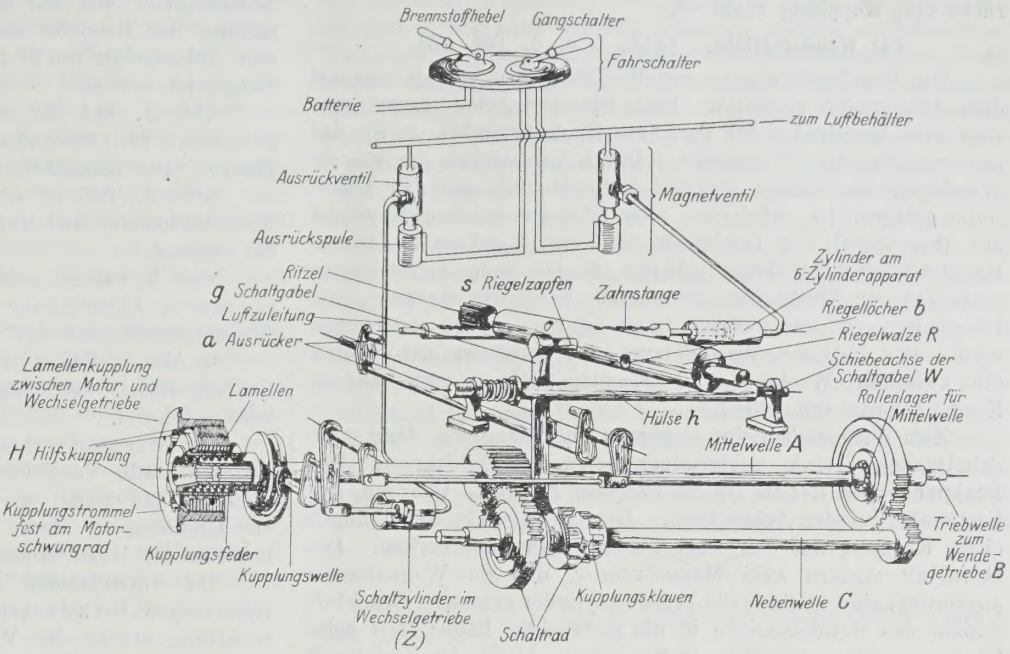


Abb. 5. Schaltungsbild des Sodengetriebes. Gezeichnete Stellung: Leerlauf, (dargestellt sind nur die Schalträder eines Ganges.)

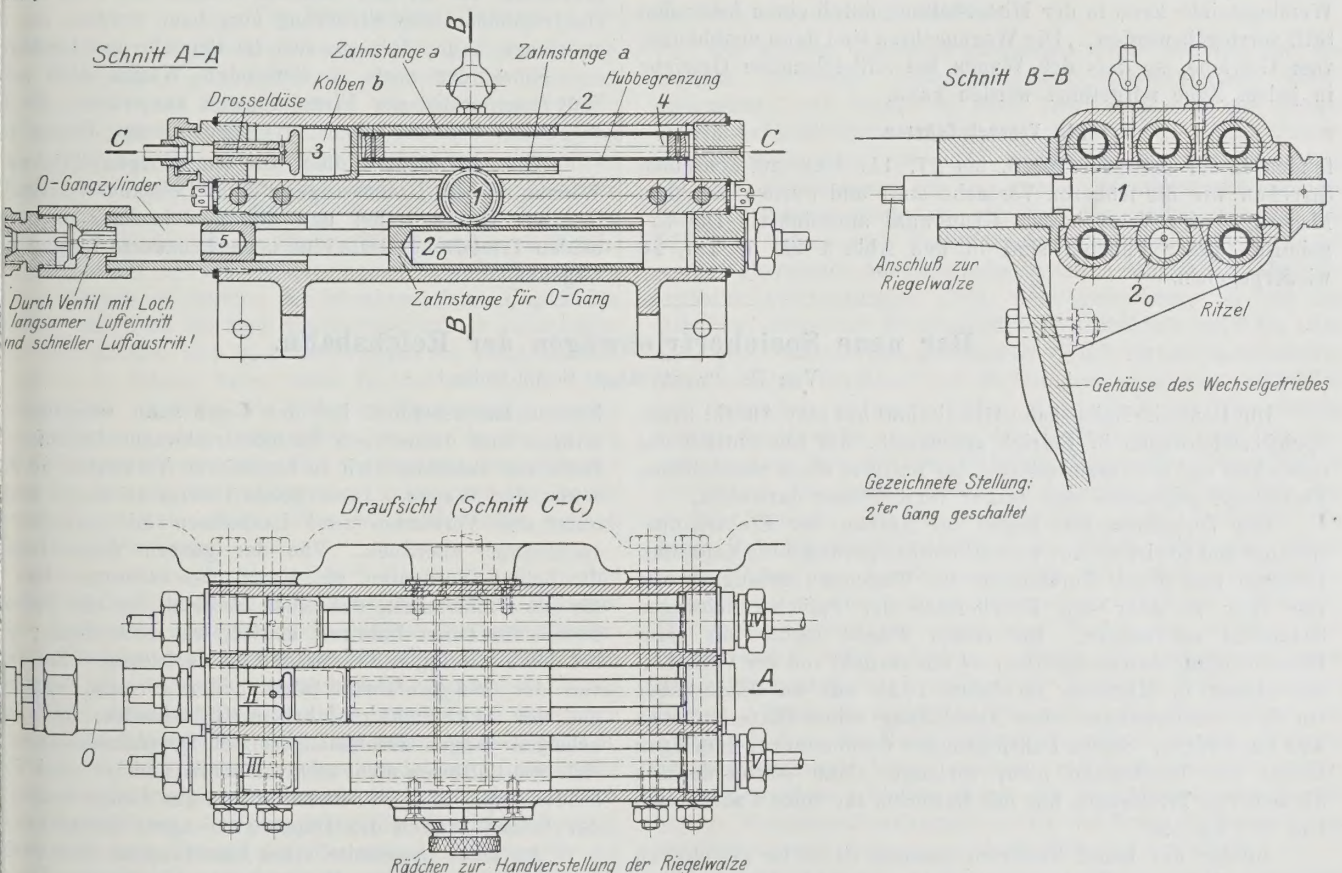


Abb. 6. Sechszylinderschalter.

n einen nahezu synchronen Lauf der zu schaltenden ıgsteile für ein stofsfreies Schalten zu erzielen, ist in uptlamellenkupplung eine Hilfskegelkupplung (H) ein- die die Hauptwelle A vom Motor bei ausgerückter upplung mit der Drehzahl des Motors mitnimmt. Diese

Der Schaltvorgang vollzieht sich wie folgt: Durch Einstellung und Herumdrehen des Ganghebels auf dem Führerstand erhält das Magnetventil für die Lamellenkupplung und unmittelbar darauf das Magnetventil für den gewählten Gang Luft; hierdurch wird das Ausheben der Schaltgabeln und das Auslösen

der Kupplung bewerkstelligt. Also: Kupplung löst aus, Riegelwalze wird frei und dreht sich in die gewählte Stellung. Gang rückt ein, Kupplung rückt ein.

Das Wendegetriebe. (Abb. 5 u. 6, Taf. 25).

Das Wendegetriebe ist auf die Triebachse verlegt und mit dem Achsentrieb vereinigt. Fest mit der Achse verschraubt sind zwei Kegelräder für Vor- bzw. Rückwärtsfahrt, in die das treibende Kegelritzel eingreift. Durch Verschieben des ganzen Wendegetriebegehäuses, das mit Rotgufslagern auf der Triebwelle gelagert ist, wird das eine oder das andere Kegelrad mit dem Ritzel der Triebwelle in Eingriff gebracht. Dieses Ritzel ist fest im Gehäuse gelagert, so dafs seine Achse immer senkrecht zur Treibachse steht, auch wenn das Gehäuse zum Umschalten von einer Endstellung in die andere verschoben wird. Die seitliche Verschiebung des Gehäuses wird durch die zwischen Wechsel- und Wendegetriebe eingeschalteten Kardangelenke ermöglicht.

Zum Verschieben des Gehäuses auf der Achse dient eine Schaltgabel, die als zweiarmiger Hebel ausgebildet ist. Der Drehpunkt des Hebels ist im Gehäuse gelagert, während der Festpunkt auf der Achse liegt. Bewegt wird der Hebel durch einen Exenter, auf den zwei Prefsluftkolben einwirken. Die Druckluft steuern zwei Magnetventile, die am Wagenkasten angeordnet sind. Die in die Prefsluftzylinder gelassene Druckluft schiebt das Wendegetriebe in die gewünschte Lage; falls beim Einrücken Zahn auf Zahn treffen sollte, bleibt der Luftdruck so lange auf dem Kolben, bis bei einer geringen Bewegung der Treibwelle die Räder in Eingriff gekommen sind. Das Wendegetriebe kann in der Mittelstellung durch einen federnden Stift verriegelt werden. Die Wagenachsen sind dann unabhängig vom Getriebe, so dafs der Wagen bei stillstehendem Getriebe in jedem Zuge mitgeführt werden kann.

Die Versuchsfahrten

fanden in der Zeit vom 14. 8. bis 27. 11. 1926 auf denselben Strecken wie die früheren Versuche statt und wurden mit dem Messwagen des Versuchsamts Grunewald ausgeführt. Die Ergebnisse dieser Fahrten sind in den Abb. 1 bis 5, Taf. 26 wiedergegeben.

Abb. 1, Taf. 26 stellt die gröfsten Zugkräft Leistungen bei Vollast im dritten, vierten und fünften Abhängigkeit von der Geschwindigkeit dar. Um eine lastung der Getriebe zu vermeiden, ist als Belastung eine Anhängelast von 36 t (= zwei Wagen) bei 12 ‰ S festgesetzt worden.

Abb. 2, Taf. 26 zeigt die aus den Zugkräften s gebenden s bis v Schaulinien; die soeben erwähnten Bela grenzen sind einpunktiert.

Abb. 3, Taf. 26 enthält den Brennstoffverbrauch Tonnenkilometer und Nutzflächenkilometer in Abhängigk der Zuglast.

Abb. 4, Taf. 26 gibt den Brennstoffverbrauch des pro tkm in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit wiede Brennstoffverbrauch des Wumagwagens ist relativ günst

In Abb. 5, Taf. 26 ist der durch Auslaufversuche er Laufwiderstand des Wagens aufgetragen, der verhältni hoch erscheint.

Der Brennstoffverbrauch der beiden Motoren war an derselbe. Ein Vergleich des Brennstoffverbrauchs der Motoren und damit die Überwachung der Wirtschaft des Betriebes ist durch getrennte Anordnung der Bre behälter für jeden Motor erheblich erleichtert.

Die vorstehenden Versuchsergebnisse wurden m vierachsigen Benzolwagen erzielt, bei dem die Steueru Schaltung sowohl des Wende- als auch des Wechselg durch elektrische Hilfsmotoren betätigt wurden. Da jed Schalt- und Steuermotoren nicht vollkommen betrie arbeiteten, ist bei den nächsten Wagen die oben besch elektropneumatische Steuerung eingebaut worden, von d annehmen kann, dafs sie sich im Betriebe gut bewähre

Einer der noch zu liefernden Wagen wird mit Sauggasgenerator der Firma Pintsch ausgerüstet; die E ergebnisse können jedoch erst Ende dieses Jahres vo

Alles in allem stellen die vierachsigen Triebwag Wumag mit der Unterbringung einer Leistung von rund in zwei Drehgestellen und der gemeinsamen Steueru beiden Triebdrehgestelle eine bemerkenswerte Lösung in wagenbau dar.

Der neue Speichertriebwagen der Reichsbahn.

Von Dr. **Trautvetter**, Berlin-Südende.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat eine Anzahl neuer Speichertriebwagen in Betrieb genommen, die hinsichtlich des Gewichtes und des Raumbedarfes der Batterie einen wesentlichen Fortschritt gegenüber den bisher verwendeten darstellen.

Die Verbesserungen liegen im Aufbau der Elektrizitätsspeicher und bewirken eine wesentliche Steigerung ihrer Kapazität. Dadurch und durch Fortschritte im Wagenbau gelang es fast von Jahr zu Jahr den Fahrbereich der Speichertriebwagen bedeutend zu steigern. Die ersten Wagen legten mit einer Batterieladung durchschnittlich 44 km zurück, von der Verkehrsausstellung in München im Jahre 1925 aus durchfuhr aber ein Speichertriebwagen ohne Nachladung seiner Batterien etwa 422 km Strecke. Solche Fahrleistungen werden im regelmäfsigen Dienst der Reichsbahn nicht verlangt. Man stattet deshalb die neueren Triebwagen nur mit Batterien für einen Fahrbereich von 200 km aus.

Infolge der hohen Batterieleistungen ist es für gewöhnlich nicht nötig, den Triebwagen tagsüber zum Laden aus dem Verkehr zu ziehen, es wird vielmehr das Laden fast stets nachts vorgenommen werden können. Da dieser Nachtstrom gewöhnlich wesentlich billiger ist als der Tagstrom, sinken auch die Selbstkosten für den Fahrkilometer.

Trotz der Erhöhung der Kapazität der Batterien erzielte man eine Verminderung ihrer Abmessungen. Bei den bis vor kurzem hauptsächlich bei der Reichsbahn eingeführte teiligen und dreiteiligen Speichertriebwagen befanden Batterien ausschliefslich in besonderen Vorbauten an de seiten der Wagen. Ihres hohen Gewichtes wegen mufs unter den Vorbauten zwei Laufachsen mit geringem voneinander anordnen. Von der ganzen Wagenlänge die beiden Vorbauten als Nutzfläche verloren. Das für die Platzeinheit, das einen Mafsstab für die Beförd kosten für einen Fahrgast abgibt, war recht hoch; es bei den zweiteiligen Triebwagen bis zu 640 kg. Bei der von der Waggonfabrik Görlitz, der Siemens-Schucke und der Akkumulatorenfabrik A.-G. erbauten, aus zwe achsigen Wagen zusammengesetzten Doppeltriebwagen l sich die Batterien nicht mehr ausschliefslich in zwei Vor sondern sind in 2 × 5 Behältern an den Längs- und Sti der beiden Wagen des Doppeltriebwagens untergebrac

An jeder Längsseite eines Einzelwagens sind zwei Batteriekästen mit den Hauptträgern des eisernen Unte zusammengebaut. Jeder Kasten nimmt 17 Elemente a zwölf Elemente werden von den Stirnseitenbehältern nommen. Dadurch wurde es möglich, die drei Wage gleichmäfsig, mit 4,60 m Abstand, unter den Wagen zu v Die beiden ersten Achsen sind Laufachsen, die dritte v einem 100 PS Siemens-Motor (74 kW bei 310 Volt) ange

er neue Doppeltriebwagen hat ein Dienstgewicht von Die ältere Bauart wog je nach Fahrbereich bis zu 69 t. ıtzfläche beträgt jetzt aber 68 qm gegenüber 48 qm; das tsgewicht hierauf bezogen also nunmehr 1,03 t/qm gegen-,44 t/qm und das Gewicht für den Platz 457 kg.
ie Batterien bestehen aus insgesamt 168 Elementen. Sie eine Kapazität von 621 Ah bei 311 Amp. Entladestrom)n 830 Ah bei 166 Amp. Die Motoren haben Schützen-ıng. Die Fahrschalter konnten infolgedessen verhältnis- klein gehalten werden, ihre Bedienung wurde sehr ı und ihre Lebensdauer durch Fortfall unter Starkstrom ätigender Kontakte erhöht. Aufserdem wird durch die enanordnung die Vielfachsteuerung mehrerer Wagen von Führerstande aus möglich.
n März 1926 veranstaltete die Reichsbahn Versuchsfahrten en neuen Triebwagen, die sehr befriedigend ausfielen. rden zahlreiche interessante Messungen und Berechnungen ommen, von denen das Wichtigste hier kurz wieder-n sei.
er Fahrbereich bei den Probefahrten betrug stets über n. Die Reichsbahn hatte von den Herstellern aber nur n auf wagrechter Strecke von einem Doppelwagen ohne ger verlangt. An den Kupplungsenden der Wagen sind Unterbringungsmöglichkeiten für Batterien vorhanden, so an mit den neuen Triebwagen u. U. auch 250 km zurück-kann.

Die Geschwindigkeit des Wagens betrug bei Fahrstufe 11 in der Wagrechten 64 km/h; bei 20 ‰ Steigung beträgt sie auf derselben Fahrstufe noch 34 km/h. Zum Vergleich mit anderen Triebwagen wurden folgende Kurven aufgenommen: Wattstundenverbrauch einschliefslich Batteriewirkungsgrad, Wattstundenverbrauch aus der Batterie und Gesamtwirkungsgrad einschliefslich Batteriewirkungsgrad. Die Beförderungsarbeit wurde aus dem Wagenwiderstand bei Auslaufversuchen ermittelt. Der Batteriewirkungsgrad wurde zu 72 % angenommen. Der Gesamtwirkungsgrad zwischen Ladeanschlufs und Radumfang ergab dich daraus bei $^1/_2$ bis $^9/_{10}$ Belastung zu 63 bis 66 %. Weitere Messungen und Berechnungen der Fahrbereiche bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten und verschiedenen Schalterstufen, des Stromverbrauchs bei wechselnden Stationsabständen, verschiedenen Schaltweisen usw. gaben neue Fingerzeige für den Speichertriebwagendienst. Besonders sei noch hervorgehoben, dafs die Untersuchung über den spezifischen Bahnwiderstand der neuen Bauart bemerkenswert günstige Ergebnisse zeitigte. So konnte das Versuchsamt Grunewald der Deutschen Reichsbahn, das die Versuche ausführte, feststellen, dafs der Bahnwiderstand je qm Nutzgrundfläche beim Speichertriebwagen bei 60 km/h trotz des höheren Gewichtes nur ebenso grofs war wie bei dem Benzoltriebwagen *).

*) Ausführlichere Beschreibung siehe Zeitschr. Elektr. Bahnen, Heft 9, 1926.

Die gufseisernen Stopfbuchspackungen.

Von Reichsbahnrat **Dannecker**, Reichsbahn-Ausbesserungswerk Esslingen.

)ie Frage der Stopfbuchspackungen für Lokomotiven ist elen Eisenbahnen lange Zeit recht stiefmütterlich behandelt n. Versuche auf diesem Gebiet wurden in der Regel tlichen Dienststellen überlassen, die mit der Unterhaltung)komotiven betraut waren. Eine raschere und gedeihliche cklung war unter diesen Umständen nicht zu erwarten. am erst mit der Einführung des Heifsdampfes durch elm Schmidt, als die älteren Weich- und auch Weichpackungen den neu eingeführten hohen Dampftemperaturen mehr gewachsen waren. Es ist unter diesen Umständen ndlich, dafs auch die über die Stopfbuchsfrage vorhandene tur nur spärlich ist; auch im »Organ« ist beispielsweise ı letzten 25 Jahren kaum etwas darüber zu finden. Ein Rückblick auch auf die bisherige Entwicklung scheint angebracht in dem Augenblick, wo der in den beiden ı Jahrzehnten fast ausschliefslich verwendeten Schmidtschen ımetallpackung in der gufseisernen Packung ein ernsthafter ewerber entsteht; diese selbst ist andererseits vielfach recht wenig bekannt.
Wenn man zunächst die Ansprüche festlegen will, die an eine ıbare Stopfbuchspackung gestellt werden müssen, so lassen liese unter zwei weiten Gesichtspunkten zusammenfassen: olche Packung mufs zuerst betriebssicher und dann auch haftlich sein. Die Betriebssicherheit verlangt in erster dafs eine Zerstörung während des Betriebes — abgesehen ıfseren Einwirkungen — unbedingt ausgeschlossen ist, d. h. Druck oder die höchste vorkommende Dampftemperatur ı auf den Packungsstoff nicht schädlich einwirken. Auch eres Durchblasen beeinträchtigt die Betriebssicherheit, der austretende Dampf der Mannschaft die Aussicht auf trecke und die Signale benimmt, wie dies vor allem in ılteren Jahreszeit öfters vorkommt. Die Wirtschaftlichkeit beeinflufst vor allem durch die Lebensdauer der Packung, aber auch durch die Art ihres Ein- und Ausbaus, die gkeit etwa erforderlichen Nachverpackens oder sonstiger rbeiten, den Verschleifs der Kolbenstange und schliefslich die auftretenden Dampfverluste bei Undichtheiten.

Die ältesten Lokomotivpackungen waren die von den damaligen ortsfesten Dampfmaschinen übernommenen Hanfpackungen; man flocht den Hanf meist zu Zöpfen und tränkte diese mit einem Schmiermittel. Daraus entwickelten sich mancherlei Faserpackungen, vor allem Schläuche, die mit Seifenstein (Talkum) gefüllt waren, um eine gewisse Schmierung zu erzielen. Diese Packungen genügten wohl bei den niederen, meist nur 5 bis 7 at betragenden Dampfdrücken der Lokomotiven in den ersten Jahrzehnten des Eisenbahnbetriebes, zeigten sich aber den erhöhten Anforderungen nicht mehr gewachsen, als von den siebziger Jahren ab die Dampfdrücke allmählich auf 9 bis 12 at anstiegen. Die mit dem gesteigerten Druck verbundenen höheren Temperaturen brachten das Dichtungsmaterial zum Verkohlen und zerstörten es rasch. Man ging daher zur Verwendung von Asbestschnüren an Stelle der Hanfseile über und diese Art der Dichtung hat sich für Nafsdampflokomotiven noch bis in die jüngste Zeit herein behaupten können. Sie hat aber den grofsen Nachteil, dafs die Asbestschnur leicht verhärtet und damit ihre Elastizität einbüfst. Als Folge zeigt sich starke Riefenbildung an den Kolbenstangen und auch bei häufiger Erneuerung ist die Packung dann schwer dicht zu bekommen. Der Ausbau derartiger verhärteter Packungen gestaltet sich zudem meist recht schwierig. Wenn ein Auspressen unter Druck nicht möglich ist, mufs oft der Meisel zu Hilfe genommen werden. Dafs die schlechten Packungsstoffe, die während des Krieges und in der Nachkriegszeit verwendet werden mufsten, besondere Schwierigkeiten machten, soll noch besonders hervorgehoben werden. Ähnlich lagen die Verhältnisse naturgemäfs bei den Weichmetallpackungen; so hat der Krieg die Entwicklung der gufseisernen Packungen stark fördernd beeinflufst.

Asbestpackungen in Schnurform werden heute vor allem noch an den Kesselausrüstungsteilen sowie zur Abdichtung der Stopfbuchsen an den Luft- und Wasserpumpen der Lokomotiven verwendet; obwohl ihre Beseitigung aus den erwähnten Gründen an sich erwünscht wäre und erstrebt wird, ist sie doch nicht ohne weiteres möglich. Für viele Fälle, unrunde Stangen, rasche Ausbesserungen während des Betriebes und ähnliches,

ist die Packung für die Nafsdampfstopfbuchsen heute noch nicht völlig zu entbehren.

Die angeführten Anstände haben schon vor der Einführung des Heifsdampfes zur Verwendung von Metallstopfbuchsen geführt. Man benutzte als Dichtungsmaterial meist Blei- oder Weifsmetallringe verschiedener Zusammensetzungen; sie im einzelnen aufzuführen, würde hier zu weit führen. Die Ringe sind entweder geteilt und haben rechteckigen Querschnitt; sie werden dann mittels leichter Federn ebenso wie die neuen, weiter unten beschriebenen gufseisernen Ringe, gegen die Kolbenstange gepreſst — dies ist in Amerika vielfach üblich*) —; oder aber sie werden mit dreieckigem Querschnitt ausgeführt und dann mittels starker, in Richtung der Kolbenstange wirkender Federn abwechslungsweise gegen die Stange und die Wand der Stopfbuchsenbohrung gedrückt — Patente Katzenstein und Howald —. Einige Beispiele derartiger Weifsmetallpackungen für Nafsdampflokomotiven zeigt auch die »Eisenbahntechnik der Gegenwart« **). Durch die fast restlose Einführung des Heifsdampfes sind diese Packungen, wie man weiter unten sieht, in ihrer ursprünglichen Form ziemlich verdrängt worden. Bei einer dritten Ausführung von Huhn, Berlin, der sogenannten Huhnschen Hohlringpackung, werden hohle, mit Graphit gefüllte Bleiringe mittels der Stopfbuchsbrille gegeneinander und gegen die Stange gedrückt. Die Ringe sind im Innern mit Bohrungen versehen, damit der Schmierstoff gegen die Stange austreten kann. Diese Packung wird neuerdings an den Luft- und Wasserpumpen der Lokomotiven vielfach verwendet.

Mit dem Auftreten des überhitzten Dampfes nahmen die Schwierigkeiten zu, da auch das Weifsmetall den hohen Dampftemperaturen nicht immer gewachsen war. Um die Weifsmetallpackung trotzdem verwenden zu können, hat Schmidt verschiedene Änderungen an ihr vorgenommen. Die Dichtungsringe wurden von ihm möglichst weit vom Zylinder entfernt angeordnet; die Hülse, die zur Aufnahme der Weifsmetallringe und des gufseisernen Grundringes dient, ist zur Kühlung mit einem luftdurchspülten Hohlraum umgeben. Auch ist für allseitige Beweglichkeit und selbsttätige Nachstellbarkeit der Dichtungselemente gesorgt.

Sofern diese Packung hinreichend geschmiert werden kann, keine Staubteile an die Stange treten und diese nicht durch Einwirkung von aufsen her beschädigt wird, halten die Weifsmetallringe durchschnittlich Laufzeiten von 30 000 bis 40 000 km aus, obwohl die Federkraft sie ziemlich stark auf die Stange preſst. Die Stange aber erleidet auch bei sorgfältiger Schmierung unliebsame Abnützung. Dies gilt besonders dann, wenn sie geringe, von der Mittellinie abweichende, vibrierende Bewegungen macht, was sich bei den leichter gebauten Lokomotiven selten ganz vermeiden läfst. Die Packung wird in diesem Fall ziemlich rasch ausgeschlagen; der durch die Öffnung durchtretende Heifsdampf beeinträchtigt dann die Schmierung und das Weifsmetall kommt leicht zum Ausschmelzen. Nach Einführung der Riggenbach-Bremse, bei welcher Luft in die Zylinder gesaugt und dort verdichtet wird, wobei Temperaturen bis über 400° C im Bereich der Möglichkeit liegen***), mufste vollends nach einem Ersatz für die hierfür nicht mehr genügende Weifsmetallpackung gesucht werden. Der Weg dazu war gewiesen durch die ortsfesten Dampfmaschinen, an denen gufseiserne Stopfbuchspackungen schon länger in Verwendung waren. Bei solchen Packungen mufste eine Schädigung durch die im Lokomotivzylinder möglichen Temperaturen ausgeschlossen sein.

*) Locomotive Cyclopedia of American Practice, 7. Ausgabe, S. 481.

**) ETG, 3. umgearbeitete Auflage, S. 566 und 567.

***) Organ 1924, S. 98: Nordmann, „Der Eisenbahnbetrieb auf Steilrampen".

Die gufseisernen Packungen sind gegen Ende des v Jahrhunderts aufgetaucht, zunächst nach Patenten von G Huhn in Berlin und Vinzenz Schwabe in Brünn; späteren Weiterentwicklung waren Robertson, Böh Kreisinger, Kiefselbach und andere beteiligt. wurden die gufseisernen Ringe, die als eigentliches Dich element aus drei oder mehr Teilen zusammengesetzt und eine Schlauch- oder Bandfeder zusammengehalten war rechtwinkligen Kammerwinkeln gelagert. Zwischen und Kammerwinkeln war so viel Spiel vorgesehen, da Dichtungsringe der Stange folgen konnten, wenn die ihrer Mittellinie ausweichen sollte. Es zeigte sich, da Gufseisen auf dem Material der Kolbenstangen, wenn die nötige Festigkeit hatte, vortrefflich lief. Die Pack bewährten sich. An doppeltwirkenden Gasmaschinen, bei sehr hohe Temperaturen auftreten und wo die zusä Schmierung durch den Dampf selbst vollständig wegfällt, k die grofsen Schwierigkeiten erst mit Packungen diese behoben werden. Bei ortsfesten Dampfmaschinen hab sich — vor allem auch infolge des Mangels an Weifs während des Krieges — sehr rasch eingeführt. Sie sich vor allem auch in solchen Fällen bewährt, wo starke se Bewegungen der Kolbenstangen bei anderen Packung Schwierigkeiten machten, wie beispielsweise bei den schwersten Walzenzugmaschinen.

Bei den Lokomotiven wurde die gufseiserne Pa ebenfalls zunächst mit Kammerwinkeln ausgeführt. Wen die Kammern ohne genügendes Spiel in die Bohrunge Zylinderdeckel einsetzte, war es indessen schwierig, die Pa wieder auszubauen, weil infolge der Verkokung von Ö ständen unter der Einwirkung des Heifsdampfes die gerne festbrannten. Die Packungen wurden dabei v zerstört. Sie bewährten sich an sich wohl recht gut Verwendung konnte aber, so lange diese Ausbauschwierig bestanden, nicht als wirtschaftlich angesprochen werden. für den Lokomotivbetrieb voll geeignete Packung mufst rascher aus- und auch einbauen lassen, als dies bei der Ka winkelpackung möglich war, wo zudem zum Einbringe Kammerwinkel bei der hinteren Stopfbuchse jedesma Kreuzkopf abgebaut werden mufste. Man ersetzte dah losen Kammerwinkel durch einen zweiteiligen Topf, d Ganzes in den Zylinderdeckel eingesetzt wurde und die Dich ringe aufnahm. Diese Entwicklung der gufseisernen Pa zur sogenannten Halbschalenpackung geht in der Haup auf Huhn und Kreisinger zurück.

Im Packungstopf sind die bisherigen Kammerwinkel eingegossene Rippen ersetzt. Damit ergibt sich als ein vorteil dieser Packungsart zugleich eine Verminderun zugehörigen losen Teile, die erfahrungsgemäfs bei den Be werken leicht beschädigt werden oder verloren gehen zweiteiligen Töpfe werden mit genügendem Spiel in die B des Zylinders eingesetzt, so dafs ein Festbrennen nunmeh geschlossen ist. Die beiden Halbschalen sind dampfdich einanderpassend geschliffen; der den Halbschalentopf fr spülende Dampf drückt die Schalen mit ihren achsialen F fest gegeneinander, weil im Innern des Topfes wegen d dichtenden Wirkung der Ringe ein geringerer Druck h als auf der äufseren Topffläche. Wesentlich bei jeder schalenkonstruktion ist es, dafs die ebenen, ringfö Dichtungsflächen an den angegossenen Rippen bei beiden hälften genau in einer Ebene liegen und sich nicht einander verschieben können. Hierzu sind die Schr welche die Halbschalen zum leichteren Ein- und Ausb sammenhalten, zuerst als Pafsschrauben ausgebildet w später wurden besondere Pafsstifte vorgesehen.

Zur Befestigung der Packung im Zylinderdeckel w der ursprünglichen Huhnschen Bauart zunächst ein beso

n an die Halbschalen angegossen, der durch Abschleifen Hinterlegen von Flanschendichtungsmaterial nach aufsen chtet wurde. Zum Ausbau der Packung brauchte man nach Entfernung der Flanschenschrauben nur zwei Abchrauben anzusetzen; ohne Entfernen des Kreuzkopfs ch so die ganze Packung selbst in heifsem Zustand in Zeit ausbauen, mit Petroleum reinigen und im allgemeinen iel Nacharbeiten wieder einbauen. Textabb. 1 zeigt eine ge Halbschale der älteren Huhnschen Bauart aus bayerischen Schnellzuglokomotive. Nach Zurücklegung nd 100 000 km waren die Dichtungselemente verkrustet rschmutzt, wie zwei von den Kammerbesetzungen zeigen. war der Halbschalentopf aufsen völlig verkrustet. Der wurde mittels der Abdruckschrauben innerhalb weniger n entfernt. Nach gründlicher Entfernung der koksartigen stung (siehe die dritte Kammerbesetzung) liefs sich die ng ohne weiteres wieder verwenden. In derselben Weise auch die neueren Packungen aus- und eingebaut werden. gen nach Textabb. 1 sind schon bei verschiedenen n im Ausland in Verwendung.

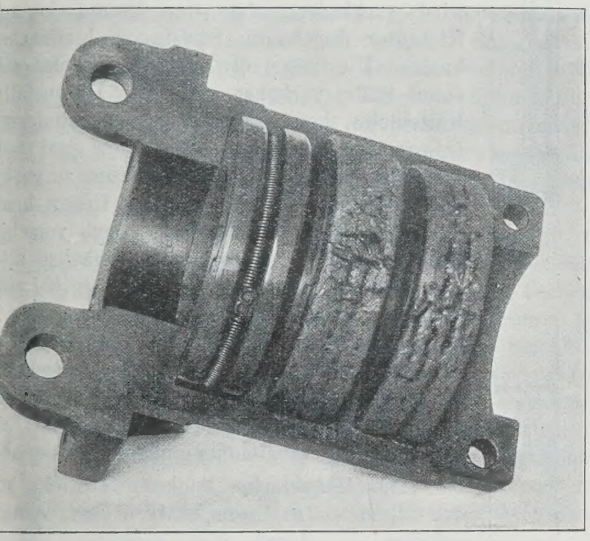


Abb. 1

Um die Eigenschaften der verschiedenen Bauarten kennen nen, verwendete man bei der Deutschen Reichsbahn st Packungen der verschiedenen Lieferfirmen nebeneinander, die sich ursprünglich nicht nur in der Bauart der ngsringe, sondern auch in deren Abmessungen und in auart der sie aufnehmenden Kammern unterschieden. System der Kammerwinkel wurde zuerst ausgeschieden hliefslich entschied man sich für die allgemeine Einführung reikammerhalbschalen in Anlehnung an die Ausführung uhn, jedoch mit der Einschränkung, dafs in diese Halbn auch andere Ringsysteme eingebaut werden sollten. nd also die grundsätzliche Bauart der Halbschalen für okomotivgattungen schon jetzt festgelegt ist, bestehen e Dichtungselemente bis auf weiteres noch verschiedene rungen, die nebeneinander erprobt werden sollen, mit el, auch hier auf Grund der Betriebsversuche schliefslich zu Einheitsausführung zu gelangen. Bei den Halbschalen aufserdem an Stelle des angegossenen, geteilten Flansches esonderer, ungeteilter Druckring zur Befestigung am erdeckel dienen. Die Halbschalen werden auch, wie oben erwähnt, jetzt nicht mehr durch Pafsschrauben, n durch Mutterschrauben zusammengehalten und durch ke, konische Pafsstifte gegen Verschieben gesichert. Der re Teil der Pafsstifte ist mit der Halbschale unlösbar verbunden. Die Halbschalen werden sämtlich auf die Zylinderdeckel aufgeschliffen. Zum Ausbau benutzt man wie bei der ersten Ausführung Abdruckschrauben; ein Entfernen des Kreuzkopfes ist hierzu ebenfalls nicht erforderlich. Textabb. 2 zeigt diese neue Halbschaleneinheitsbauart der Reichsbahn, die schon an mehr als 1000 Lokomotiven eingebaut worden und an einer noch gröfseren Anzahl als ein Teil der in Aussicht genommenen Normung zum Einbau vorgesehen ist. Unter anderem haben sämtliche mit Riggenbach-Bremse ausgerüsteten Lokomotiven und die neuen Einheitslokomotiven diese Packung erhalten*).

Die Halbschalen werden nach Toleranzmafsen hergestellt und sind jeweils für möglichst viele Lokomotivbauarten gleich und austauschbar, um mit einer geringstmöglichen Anzahl von Ersatzteilen auszukommen. Für fast sämtliche neueren Lokomotiven der früheren preufsischen Staatsbahn genügt beispielsweise je eine einzige Topfform für die vordere und hintere Stopfbuchse. Die Lokomotiven der früheren Länderbahnen erfordern dagegen z. T. noch verschiedene Modelle. Beim erstmaligen Einbau in ältere Lokomotiven ist zunächst zu prüfen, ob der Packungsraum im Zylinderdeckel mit den in den Zeichnungen festgelegten Mafsen übereinstimmt. Ist dies nicht der Fall, so müssen die Zylinderdeckel nachgearbeitet werden, keinesfalls aber die Schalen, da sie sonst die Austauschfähigkeit verlieren. Ebensowenig dürfen die Betriebswerke Änderungen an den Schalen vornehmen, die übrigens auch gar nicht erforderlich werden sollen.

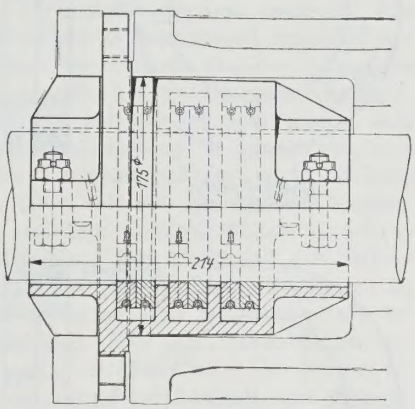


Abb. 2.

Um unbrauchbare Lieferungen von vornherein auszuscheiden, hat die Reichsbahn besondere Bedingungen für die Abnahme der Halbschalen aufgestellt. U. a. sind dieselben, um Spannungen im Gufs auszugleichen, nach dem Vorschruppen auf 400 bis 450° C auszuglühen und dann langsam erkalten zu lassen. Für den Gufs ist eine Härte von mindestens 165 ± 15 BE vorgeschrieben. Die fertigen Halbschalen werden paarweise zusammengehörig mit 19 at Wasserdruck auf Dichtigkeit geprüft. Dabei müssen sich die Trennfugen als dicht erweisen. Schliefslich wird noch die Mafshaltigkeit mit Lehren geprüft. Man wird also bei dem Halbschalentopf mit ziemlich unbeschränkter Haltbarkeit rechnen können. Es mag hier noch erwähnt werden, dafs ein vollständiger Packungstopf mit Ringen z. Zt. etwa 100.— RM. kostet.

Bei dem eigentlichen Dichtungselement, den Dichtungsringen, ist man, wie schon oben erwähnt, zu einer einheitlichen Ausführung noch nicht gelangt. Es wurden vielmehr bis jetzt vier verschiedene Bauarten von den Firmen Huhn in Berlin, Sack und Kiefselbach in Düsseldorf, von d. Osten und Kreisinger in Hamburg und Klauber und Simon in Dresden zu ausgedehnten Betriebsversuchen herbeigezogen. Die verschiedenen Ringformen brauchen nur insoweit gleich zu sein, als sie alle in die Kammern der Halbschalen passen müssen; im übrigen gehen die Firmen mehr oder weniger verschiedene Wege. Textabb. 3 zeigt die vier verschiedenen Bauarten.

Bei der Bauart der Firma Huhn wird ein dreiteiliger mit Überlappungen versehener Dichtungsring durch eine Schlauchfeder gegen die Kolbenstange gedrückt. Um an den Teilfugen,

*) ZVDI. 1926, S. 1737: F. Fuchs und R. P. Wagner, „Die 2C1-Einheits-Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn".

die anfangs nicht sauber schliefsend hergestellt werden konnten, ein Durchtreten des Dampfes zu verhindern, ist gegen die mit den Überlappungen der Stopfbuchsenaufsenseite zugekehrte Fläche eine bei der vorderen Stopfbuchse ungeteilte, bei der hinteren Stopfbuchse wegen des einfacheren Ausbaus geteilte und durch eine Schlauchfeder zusammengehaltene Deckscheibe gelegt. Ring und Deckscheibe sind gegeneinander dampfdicht geschliffen. Ein Dichtelement besteht sonach bei der vorderen Stopfbuchse aus fünf, bei der hinteren aus sieben losen Teilen. Neuerdings verzichtet Huhn, um die Zahl der losen Teile zu verringern — was an sich allerdings erwünscht ist, wie schon oben bei der Kammerringpackung erwähnt wurde — auf die besondere Deckscheibe. Durch sorgfältigere Herstellung sollen die Überlappungen an den Teilstellen so dampfdicht sein, dafs sie selbst für Drücke bis zu 18 at genügen sollen. Es mag hier gleich vorweg gesagt sein, dafs die Versuche, die mit dieser letzteren

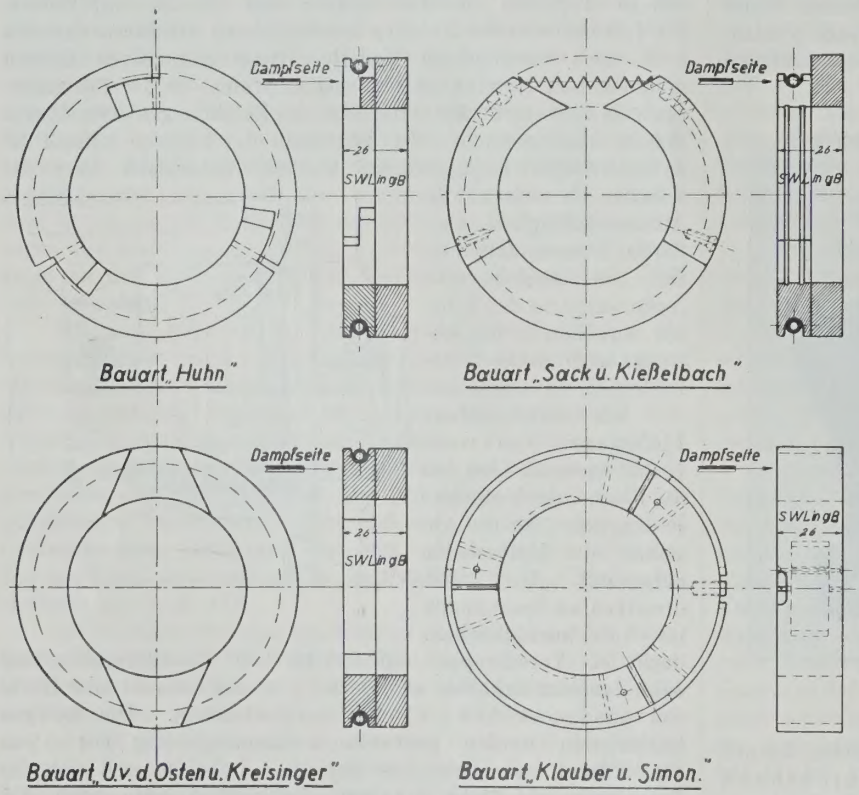


Abb. 3.

Packung vorgenommen werden, noch nicht so weit gediehen sind, dafs sie ein abschliefsendes Urteil gestatten würden.

Bei der Bauart Sack und Kiefselbach besteht das Dichtungselement ebenfalls aus einem dreiteiligen Ring und einem Deckring. Der dreiteilige Ring hat oben eine offene Fuge, die beiden seitlichen Ringteile werden durch eine Schlauchfeder auf den unteren Teil zwangsweise aufgezogen. Auf der Fuge dichtet ähnlich wie bei Huhn der auf der Stange aufliegende Deckring ab. Da der Schwerpunkt des dreiteiligen Ringes unterhalb der Mitte der Kolbenstange liegt, so bleibt die Trennfuge stets oben liegen. Beim Wiedereinbau kommen also die Ringe von selbst immer wieder so zu liegen, wie sie vorher gelegen haben. Dies gewährleistet auch bei unregelmäfsigem Stangenverschleifs dauernde Dichtheit. Es ist gleichgültig, wie breit die obere Trennfuge ist, nur mufs sie immer offen bleiben. Durch ihre eigenartige Form erfüllt sie diese Bedingung auch bei fortschreitender Abnützung. Weil es also auf die Breite des oberen Schlitzes innerhalb gewisser Grenzen nicht ankommt, ist die Packung gegen kleinere Unterschiede im Durchmesser der Kolbenstange gegenüber der Ringbohrung nicht sehr empfindlich.

Auch bei der Bauart von v. d. Osten und Kreis bestehen die Dichtungselemente aus je einem mehrt Dichtungsring und einem — bei der hinteren Stopf geteilten — Deckring. Die Dichtungsringe sind v tangential zum Innendurchmesser geschnitten. Durch Schnitt soll es möglich sein, die Ringe bis zu ihrem endg Verschleifs ohne jede Nacharbeit laufen zu lassen. D Ringstücke werden wieder durch eine Schlauchfeder zusa gehalten und leicht gegen die Kolbenstange gedrückt. sich die beiden gröfseren, sichelförmigen Ringteile a Lauffläche abschleifen, so müssen die beiden Keilstücke des schrägen Schnittes radial zur Stange selbsttätig

Abweichend von den drei erstgenannten Bauarten das »Infesto-Dichtelement der Firma Klauber und S keinen Deckring. Der Dichtungsring besteht hier au Segmenten, drei Keilstücken und dem federnden Infes der an Stelle der sonst verwendeten Schlauc sämtliche Teile zusammenhält und gege Kolbenstange drückt. Die Stofsflächen Dichtungselemente sind ausgefräst. Die fräsungen nehmen die Keilstücke auf; d wird verhindert, dafs der Dampf in ac Richtung durch die Stofsfugen hindurch kann. Die Segmente und Keilstücke si einer Seite verbohrt, um das Herausfall Keilstücke beim Einbau zu verhindern. Infestoring ist gegen eines der drei Se durch eine Schraube gesichert, um zu verh dafs Stofsfuge auf Stofsfuge zu liegen kon

Bei der Beurteilung der verschi Dichtungselemente wird man zunächst all sagen können, dafs alle vier Bauarten bei ric und sorgfältigem Einbau sich bisher als dicht erwiesen haben. Ein endgültiges läfst sich jedoch, so lange die Betriebsv noch nicht abgeschlossen sind, nicht al Immerhin lassen sich gewisse Vor- und Na auch ohne dies vergleichend gegeneinander ab

Die Huhnsche Packung besticht zu vor allem — in ihrer neueren Form ohne scheibe — durch ihre einfache, dabei theoretisch einwandfreie Durchbildung. auch bei der neuen Ausführung ein falsch bau — bei allen Elementen mit Decks sollen diese stets auf der Aufsenseite lie nicht mehr möglich. Man mufs aber ande sagen, dafs jedenfalls eine saubere Hers der drei Überlappungen nicht ganz einfach ist. Auf müssen diese bei stärkerer Abnützung — mehr als 3 r Durchmesser — nachgearbeitet werden, sofern sich nic stände ergeben sollen. Derartige Nacharbeiten sollten wenn irgend möglich, vermieden werden.

Im Gegensatz dazu ist beim Element von Sac Kiefselbach die Herstellung wohl verhältnismäfsig und Nacharbeiten scheinen auf den ersten Blick bei ih erforderlich zu werden. Die Sache wird aber etwas wenn man genauer hinsieht. Die Verbindungsstellen d Ringteile werden bei stärkerer Abnützung des Ringes schl nach aufsen hin klaffen; der Deckring kann diese Stelle abdichten, da er nur oben aufliegt — seine Bohrung allen Bauarten 0,2 mm gröfser sein als der gemessene St durchmesser —. So wird schliefslich, wenn man Undich vermeiden will, ein Nacharbeiten der Verbindungsstelle bei dieser Packung erforderlich werden.

Das Element von v. d. Osten und Kreisinger einzige, welches ohne Nacharbeiten auch bei stärkerer Abn theoretisch dampfdicht bleibt; es dürfte darüber hin

atz zu der Bauart Huhn auch bei der Herstellung keine rigkeiten bereiten. Immerhin bleibt auch bei ihm als nschte Beigabe der Deckring bestehen.

ie Infesto-Packung hat schliefslich den Nachteil, dafs usbau der hinteren Stopfbuchse entweder der naturgemäfs lte federnde Ring auf der Stange bleiben mufs und dafs, lies nicht erwünscht ist, ähnlich wie bei den Kammer-packungen der Kreuzkopf mit abgebaut werden mufs. rieb hat es sich dann öfter gezeigt, dafs der Arbeiter, usbau, um das Abkuppeln des Kreuzkopfes zu umgehen, t, den Infestoring über die Kolbenstange wegzuziehen; ng, der für solche Beanspruchungen natürlich nicht fen ist, geht dabei entweder zu Bruch, oder verliert die rliche Spannung. Im übrigen ist die Packung auch h vielteilig und erfordert ebenfalls von Zeit zu Zeit h Abnützung von 2 mm im Durchmesser — Nacharbeiten. ckung scheidet in Zukunft für Neubeschaffung aus.

ie Wahl eines geeigneten Einheitselementes wird unter Umständen, da jede der vorgenannten Ausführungen Nachteile aufweist, nicht ganz einfach sein. Man wird ne Rücksicht darauf, welches Element die Reichsbahn lgemeinen Einführung bestimmen wird, gerechterweise hen Konstruktionen zuerkennen müssen, dafs sie der entwicklung wertvolle Dienste geleistet haben; man ja übrigens bei der kommenden Vereinheitlichung über-nicht nur an die Auswahl eines der bestehenden Systeme ken; es kann eine solche Einheitsform auch unter Aus-g der Vorteile von verschiedenen Bauarten in einer neuen gefunden werden.

a der richtige Einbau der Packung und besonders der ngsringe nicht immer einfach, andererseits aber auch ingung ist für ein gutes Dichthalten, müssen dem Personal Anweisungen dafür in die Hand gegeben werden. Die bahn hat zu diesem Zweck ein besonderes Merkblatt äufige Behandlungs- und Einbauvorschriften ufseiserne Stopfbuchspackungen« aufgestellt, e erforderlichen Angaben für den Ein- und Ausbau der achsen, die Behandlung der ausgebauten Stopfbuchsen ür die Bestellung neuer Stopfbuchsen und deren Ab- sowie eine Beschreibung der derzeitig verwendeten Ring-e enthält.

Vichtig ist vor allem, dafs sich die Kolbenstangen beim der Ringe in tadellosem Zustand befinden, dafs sie cht unrund und riefig sind. Vor dem erstmaligen Einbau ackung müssen die Stangen daher sauber geschliffen . Nach dem Merkblatt ist dann der Durchmesser der ffenen Stange auf $^1/_{100}$ mm genau festzulegen; hiernach die Dichtungsringe entsprechend ausgedreht werden. Ausdrehen war zunächst nur in den Lieferwerken der möglich; da sich hieraus unliebsame Verzögerungen beim und auch Schwierigkeiten für die Lagerhaltung der ergaben, ist neuerdings eine Einspannvorrichtung ge-n worden, mittels deren auch die Ausbesserungs- und swerke die Ringe ausdrehen können. Obwohl übrigens geführte Ausdrehen der Ringe auf genaues Mafs erwünscht fs doch erwähnt werden, dafs es nicht unbedingt in der benen Genauigkeit erforderlich ist, weil sich die Ringe, em, wenn an der Gleitfläche wie bei der Bauart Sack Kiefselbach Schmierrillen eingedreht werden, rasch en,

uch für die Dichtungsringe sind besondere Abnahme-ungen aufgestellt worden. Der Gufs soll dicht, ohne und von gleichmäfsigem Gefüge sein; er soll ebenfalls ärte von 165 + 15 BE haben. Der Baustoff der Schlauch- soll aus nichtrostendem Stahldraht bestehen.

chliefslich ist noch anzuführen, dafs hinsichtlich der rung durch die Einführung der Halbschalenpackung Änderungen nicht erforderlich werden, da diese gegen ungenügende Schmierung wesentlich weniger empfindlich ist als die Weifsmetallpackungen. Nach den bisherigen Erfahrungen genügt vollkommen die übliche Zuführung von Heifsdampföl aus dem Innern des Zylinders. Auf die Zuführung von Öl auf der Aufsenseite der Stopfbuchse sowie auf die vielfach üblichen Filzringe kann ohne weiteres verzichtet werden. Letztere müssen mitunter schon deshalb entfallen, weil sie bei gedrängter Triebwerksanordnung öfters dem Einbau der neuen Stopfbuchsen im Wege stehen, wie sich dies bei Lokomotiven württembergischer Bauart teilweise gezeigt hat. Es mag bei dieser Gelegenheit noch erwähnt werden, dafs der Einbau der Packungen mit den genormten Halbschalen überhaupt nicht bei allen Lokomotivbauarten einfach sein wird; die Halbschalen sind zunächst auf die Form des Zylinderdeckels bei den Lokomotiven preufsischer Bauart durchgearbeitet worden, weil diese den gröfsten Teil des Bestands an Reichsbahnlokomotiven ausmachen. Wenn man ohne eine gröfsere Zahl von verschiedenen Modellen auch für die Lokomotiven der übrigen ehemaligen Länderbahnen auskommen will, wird man vielfach Änderungen an den Zylinderdeckeln, Aufschweifsarbeiten und ähnliches, mitunter sogar den Einbau ganz neuer Zylinderdeckel in Kauf nehmen müssen.

Die Lebensdauer der Dichtungsringe kann nach der verhältnismäfsigen kurzen Betriebszeit naturgemäfs zunächst nur überschlägig bestimmt werden; legt man ein drei- bis viermaliges Ausdrehen nach je etwa 100 000 km Fahrtleistung zugrund, so ergeben sich Laufzeiten von 300 000 bis 400 000 km, also etwa das zehnfache der Weifsmetallpackung. Mit den ersten, noch in Kammerwinkelstopfbuchsen eingebauten Ringen sind tatsächlich vereinzelt Leistungen bis über 500 000 km erreicht worden. Voraussetzung hierfür ist natürlich richtiger Einbau und sorgfältige Wartung der Stopfbuchse. Die Abnützung der Kolbenstange ist dabei geringer als bei der Weifsmetallpackung; sie ist übrigens in der Regel mehr auf die Tragbuchse als auf die Stopfbuchse zurückzuführen. Mit dem Nacharbeiten der Kolbenstange wird meist auch ein Ausdrehen der Ringe erforderlich werden; die oben angegebene Laufzeit wird dadurch im wesentlichen bestimmt.

Es mag zum Schlufs der Vollständigkeit halber noch erwähnt werden, dafs es auch nicht an Versuchen gefehlt hat, den Ersatz des Weifsmetalls durch Gufseisen in der Stopfbuchse auf anderem Weg zu suchen, nämlich in Anlehnung an die bisherige Schmidt'sche Heifsdampfpackung unter Verwendung von — allerdings geteilten — Ringen mit dreieckigem Querschnitt, die in der bekannten Weise durch Federkraft gegeneinander gepreſst werden. Am bekanntesten ist von diesen Bauarten die Garbe-Häfner-Packung geworden. Die Kosten derartiger Packungen sind allerdings geringer, vor allem, wo bei älteren Lokomotiven eine Anzahl von Teilen von der bisherigen Schmidt'schen Packung übernommen werden kann. Die Packungen haben sich aber bei ausgedehnten Versuchen auf die Dauer nicht bewährt. Der Druck auf die Kolbenstange wird zu grofs, wenn der für ein Dichthalten erforderliche Federdruck auf die Ringe wirkt. Auch bei sorgsamster Schmierung — es ist besondere Schmierung mittels Schmierpumpe erforderlich — lassen sich dann Schäden an Stopfbuchse und Stange nicht immer vermeiden.

So ist es verständlich, dafs die Deutsche Reichsbahn an eine weitgehende Einführung gerade der Halbschalenpackungen herangegangen ist. Die guten Erfahrungen, die hinsichtlich der an erster Stelle stehenden Betriebssicherheit mit diesen Packungen gemacht worden sind und die bei den neuen Einheitslokomotiven, bei denen die Überhitzung noch höher gebracht worden ist als bisher, noch an Bedeutung gewinnen werden, rechtfertigen auf alle Fälle diesen Entschlufs. Für ein endgültiges Urteil hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit — wobei

noch der Einbau in ältere Lokomotiven und in Neubaulokomotiven zu unterscheiden wäre — mufs zunächst der Abschlufs der laufenden Betriebsversuche abgewartet werden; die Wahl der Einheitsdichtungsringe, deren Beschaffungskosten und spätere Laufdauer werden auf ein solches Urteil besonderen E haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird sich aber di Packung auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit den a Packungsarten überlegen zeigen.

Die Tanganjikabahn.

Von Geh. Oberbaurat a. D. Prof. **F. Baltzer.**

Kurz vor Ausbruch des Weltkriegs wurde in dem damals noch deutschen Schutzgebiet von Ostafrika die Tanganjikabahn vollendet. Mit diesem ersten gröfseren Kolonialunternehmen hatte die Deutsche Kolonialverwaltung der Welt bewiesen, dafs sie aus den früheren Erfahrungen gelernt hatte und jetzt imstande war, derartige technische Aufgaben, unbeschadet der gebotenen Sorgfalt in Vorarbeiten und Bauausführung, in kürzester Frist sachgemäfs und wirtschaftlich durchzuführen. Mit gerechtem Stolz darf der deutsche Eisenbahntechniker auf diese Kolonialglanzleistung zurückblicken, und wenn auch heute Schutzgebiet und Eisenbahn sich nicht mehr in unserer Hand befinden, so erscheint es doch als eine vaterländische Pflicht, im deutschen Volke das Andenken an diese koloniale Schöpfung wachzuhalten.

Mit ihrer Vorgeschichte greift die Bahn zurück in die 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts, eine Zeit, als in weiten Kreisen des deutschen Volkes noch wenig koloniales Verständnis und Interesse, noch weniger Bewilligungsfreudigkeit bei seinen berufenen Vertretern im Deutschen Reichstage vorhanden war. Nach dem von Oechelhäuser aufgestellten Entwurf von 1896 sollte die ostafrikanische Zentralbahn mit der schmalen Spurweite von 75 cm hergestellt werden, was glücklicher Weise später zugunsten der 1 m-Spur vermieden wurde. Wiederholt verwarf der Reichstag die Vorlagen der Regierung und erst 1904 wurde eine Konzession für die Eisenbahn von Daressalam nach Morogoro bewilligt; Bau und Betrieb wurden durch Gesetz vom 31. Juli 1904 an die Ostafrikanische Eisenbahngesellschaft übertragen. Aber in jener wenig kolonialfreundlichen Zeit mufste man noch das Mutterland mit einer dreiprozentigen Zinsbürgschaft auf das Anlagekapital der Bahn von 21 Millionen ℳ in Anspruch nehmen, um das Unternehmen finanziell in den Sattel zu heben. Die Bedenken des Reichstags aber wurden damit beschwichtigt, dafs man versicherte, die Bahn werde nur in den einfachsten Formen als »kurze Stichbahn« gebaut und der Reichstag behalte trotz der Bewilligung der Mittel wegen eines etwaigen Weiterbaues der Bahn vollkommen freie Hand in seinen künftigen Entschlüssen. Kluge Theoretiker hatten damals dem Reichstage vorgeredet, dafs in Afrika nur kurze Stichbahnen wirtschaftlich erfolgreich sein könnten, während grofse Überland- oder Erschliefsungsbahnen unfehlbar zur Unwirtschaftlichkeit verurteilt seien. Diesen thörichten Glauben an die »kurze Stichbahn« hat später, wie wir sehen werden, das deutsche Mutterland mit über fünf Millionen ℳ bezahlen müssen.

Die Ostafrikanische Eisenbahngesellschaft betraute die Bauunternehmung Philipp Holzmann in Frankfurt am Main mit der Bauausführung, und die Bauarbeiten begannen im Februar 1905. Zunächst erwiesen sich die Vorarbeiten in dem unübersichtlichen, zum Teil dicht bewaldeten Gelände als recht schwierig und zeitraubend, die Baufortschritte wurden durch die heftigen, lange anhaltenden Niederschläge stark beeinträchtigt, auch herrschte zeitweilig empfindlicher Arbeitermangel. Der Bahnbau, 209 km, wurde im Oktober 1907 vollendet und der damalige erste deutsche Kolonialstaatssekretär Dernburg befuhr auf seiner ostafrikanischen Studienreise am 9. Oktober 1907 die ganze Linie, um sie feierlich einzuweihen. In Morogoro fand abends ein Festmahl statt, bei dem der Staatssekretär in bedeutungsvoller Aussprache vor geladenen Gästen und Kolonialfreunden sein neues Bahnprogramm für die deutschen Schutzgebiete in Afrika, besonders auch f Weiterbau der Bahn nach Tabora darlegte. Währen Festrede Dernburgs brachen zwei Löwen in den Sch kral des Gastwirts ein, in dessen Festräumen die Feier sta So nahe beieinander lagen damals noch Kultur und W

Die Aufstellung des kolonialen Eisenbahnprogramm eines der wichtigsten Ergebnisse der Studienreise des Ko staatssekretärs, und die Fortführung der Bahn nach T sowie die Übernahme der Mehrheit der Anteilscheine de afrikanischen Eisenbahngesellschaft auf den Landesfisku Ostafrika wurden in der grofsen Kolonialbahnvorlage vom 1908 als die wesentlichsten Forderungen beantragt. Vorlage wurde von allen bürgerlichen Parteien des Reic mit seltener Einmütigkeit angenommen und in dem Anleihe vom 18. Mai 1908 verabschiedet. Trotz des Erwerb Anteile auf den Fiskus liefs man die Eisenbahngesel mit ihrer leicht beweglichen kaufmännischen Verwaltu Privatunternehmen unangetastet bestehen und die Ba Holzmann übernahm den Bahnbau bis Tabora in G unternehmung. Sie führte diesen Bau im innern A 638 km, mit grofser Umsicht und Geschwindigkeit dur dafs die Gleisspitze bereits am 26. Februar 1912 T erreichte und der Betrieb für den öffentlichen Verke Tabora, 847 km, am 1. Juli 1912, volle zwei Jahre f als der Bauvertrag vorsah, eröffnet werden konnte.

Diese Schnelligkeit der Bauausführung beruhte nic wohl auf der Zweckmäfsigkeit der allgemeinen Anordn als besonders auf der geschickten Behandlung der Arbeit seitens der Unternehmung. Die im Lande ansässigen Unja ein gesunder, durch Kraft und Körpergröfse ausgezeic Menschenschlag, stellten ein vortreffliches Arbeiterma ihre Zahl erreichte in den Hauptbaujahren monatlich 11000, im August 1911 stieg die Zahl sogar auf 1 Schon frühzeitig wurde hier, ein Beweis für den ge Bildungsstand der Arbeiter, Stücklohn für die Erdar im Steinbruch- und Schotterbetrieb eingeführt und die borenen erkannten bald, dafs sie dabei mehr verdienen kc als bei Zeitlohn; für die Unternehmung aber ergab si Vorteil, dafs gesteigerte, gleichmäfsigere Leistungen erzie die Überwachung der Arbeiten erleichtert wurde.

Nach Ausführung der Vorarbeiten für den Weiterb Bahn zum Tanganjikasee konnte man im Herbst 19 neue Bahnvorlage für diese Reststrecke im Reichstag einb Die Mittel wurden durch Gesetz vom 12. Dezember 19 willigt und die Arbeiten bis zum See sofort vergebe war besonders wertvoll, dafs auf diese Weise jede Unterbr der Bauausführung vermieden und der Baufortschritt beschl werden konnte. Diese Beschleunigung war damals ge weil die belgische Kongokolonie ihren Bahnbau vom Ko östlicher Richtung, die sog. Lukugabahn, zum See beg hatte und mit grofser Eile vortrieb, um den See wom früher als die deutsche Bahn zu erreichen: wäre ihr di lungen, so hätte leicht ein Teil des Handels dem natür Einflufsgebiet der deutschen Kolonie entzogen und nach V abgeleitet werden können. Bei der Teilstrecke Tal Kigoma gelang es, die Linie noch etwas kürzer und gü als anfangs vorgesehen, zu führen, die früher geplante Tunnelbauten völlig zu vermeiden und bei der Bauausfü erhebliche Ersparnisse gegen die Veranschlagung zu m

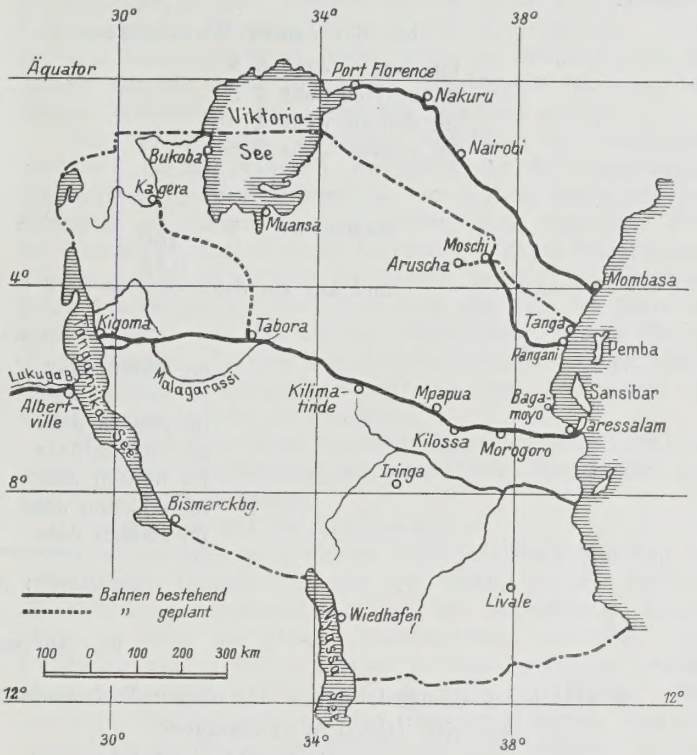
Mit der im Juli 1914 vollendeten Tanganjikabahn — vergl. bersichtsplan — erhielt das Schutzgebiet eine grofse Über- ahn von rund 1250 km Länge, die die Ugandabahn, 940 km, danbahn Wadihalfa-Khartum, 917 km, in Oberägypten und mmbahn Lagos-Kano, 1146 km, der Nigerischen Bahnen an enlänge hinter sich läfst. Ihre Länge entspricht etwa der nung Berlin—Mailand und wird vom durchgehenden Zuge bis zwei Tagen zurückgelegt; früher dauerte die Karawanen- von der Küste bis zum See sechs Wochen! Durch die Bahn der beste Hafen des Schutzgebiets mit der volkreichen stadt Tabora und dem grofsen Binnensee verbunden, der iner 1400 km langen Uferlinie ein wertvolles Hinterland en westlichen Endpunkt der Bahn bildet. Die Linie ht bei Dodoma auf 1140 m Meereshöhe den Ostrand des n afrikanischen Grabens, senkt sich dann auf seine Sohle bis auf 830 m Höhe und ersteigt im westlichen Graben- hinter der Station Saranda, etwa 140 km von Dodoma nt, auf 1326 m Seehöhe den höchsten Punkt der Bahn. Geländeschwierigkeiten werden mit Steigungen nicht r als 1 : 40 und Krümmungen nicht unter 200 m Halb- überwunden. Hinter dem ostafrikanischen Graben wird nienführung viel schlanker und bis zum Malagarassifluſs en stärkere Neigungen als 1 : 200 und Krümmungen 300 m Halbmesser nicht mehr vor. Nur beim westlichen g zum See, der auf rund 800 m Höhe erreicht wird, en wieder Neigungen bis 1 : 80 zur Anwendung. Im einen sind die Linienverhältnisse weit günstiger als bei gandabahn, die den grofsen Graben in einer viel tieferen tlung zwischen wesentlich höheren Grabenrändern über- et.

n der Bucht von Kigoma sind die Bahnhofs-, Hafen-, statts- und Zollanlagen der Endstation sowie eine Schiffs- errichtet, auf der der erste der vorgesehenen drei npfer, »Goetzen«, zusammengebaut wurde, um noch im 1915, während des Krieges, zu Wasser gelassen zu n. Mittels der Seedampfer sollte die Bahn über den See durch die anschliefsende belgische Lukugabahn eine he Fortsetzung und Verbindung mit dem Eisenbahn- Wasserstrafsennetz der belgischen Kongokolonie erhalten. en wirtschaftlichen Einfluſs der Tanganjikabahn bestanden ie günstigsten Aussichten; er hätte, wenn wir Frieden en hätten, an den Grenzen des Schutszgebiets nicht Halt ht und unsere deutsche Kolonialbahn hätte wohl alsbald interkolonialen Verkehr ins Leben gerufen.

Die Hauptwerkstätten der Bahn sind in Tabora angelegt, r Europäer nachts ohne Moskitonetz schläft; das dortige le malariafreie Klima des Hochlandes von 1200 m Seehöhe türlich auch für die Arbeiten in den Werkstätten viel ger, als das Küstengebiet von Daressalam, das durch die le und Feuchtigkeit der Regenzeit, durch Malaria und nücke in hohem Mafse bedroht wird. In Daressalam leinere Werkstätten angelegt.

Die Stammstrecke Daressalam—Morogoro, die ja anfangs rze Stichbahn unter anderen Voraussetzungen erbaut war, en Bedürfnissen einer grofsen Überlandbahn entsprach, noch von den ihr anhaftenden Mängeln befreit werden; delte sich um Beseitigung sehr scharfer Krümmungen 0 m Halbmesser, verlorener Gefälle, zu starker Steigungen satz einiger eiserner Überbauten, die zu geringe Licht- hatten, um Herstellung neuer Kreuzungs- und Wasser- en u. dergl. Alle diese Arbeiten wurden mit einem aufwand von 5,4 Millionen ℳ durchgeführt.

n ganzen stellten sich die Gesamtkosten der Bahn von km Länge auf rund 122 136 000 ℳ, das sind etwa ℳ für das Kilometer, ein verhältnismäfsig niedriger Satz, man berücksichtigt, dafs der Bau in dem völlig uner- enen Innern Afrikas ausgeführt, die Bahn mit einem schweren, sehr leistungsfähigen Oberbau für 5 t Raddruck ausgestattet wurde und die Baufrachten auf gewaltige Entfernungen durchzuführen waren. Die Bahn ist mit einer Stahlschiene von 27,8 kg/m Gewicht, in Längen von 10 m auf 14 oder 15 flufseisernen Querschwellen, ausgerüstet, wie im Jahrgang 1917 dieser Zeitschrift ausführlich mitgeteilt*). Die kleineren Brücken und Durchlässe sind vielfach in Eisenbeton mit durchgehendem Schotterbett hergestellt. Der gröfste Brückenbau ist die Brücke über den Malagarassifluſs, 234 km westlich Tabora; dieser Strom, der gröfste östliche Zufluſs des Tanganjikasees, der zeitweise gewaltiges Hochwasser führt, wird mit einem eisernen Überbau von 50 m Stützweite und elf Flutöffnungen von je 10 m Weite überschritten. Der grofse Überbau von 50 m wurde auf einem von mehreren Prahmen gestützten Holzgerüst zusammengebaut und bei Hochwasser schwimmend an Ort und Stelle gebracht. — Die Strecke ist mit einer



Übersichtsplan der Tanganjikabahn.

doppeldrahtigen elektromagnetischen Leitung, die Stationen sind mit Fernsprecher und Morseschreiber ausgerüstet. Auf den Hauptwasser- und Lokomotivheimatstationen sind Hochbehälter von 50 m³ Inhalt aufgestellt.

Die Bahn war während des Weltkriegs für die Landesverteidigung von gröfstem Wert, ja sie bildete lange Zeit geradezu ihr Rückgrat. Auch die Werkstätten traten in ihren Dienst, indem sie Waffen, Schiefsbedarf, Münzen herstellten und technische Arbeit verrichteten. So wirkte auch die Tanganjikabahn erfolgreich mit an der ruhmvollen Verteidigung des Schutzgebiets!

Englische Fachleute haben gelegentlich ein sehr günstiges Urteil über Ausführung und Beschaffenheit der Bahn**) abgegeben, so dafs die Bahn darnach wohl als die bestgebaute Tropenbahn in Afrika gelten darf.

Aber es bleibt für jeden deutschen Kolonialfreund ein betrübender Gedanke, dafs wir hier anderen überlassen mufsten zu ernten, was wir selbst in schwerster Arbeit gesät hatten!

*) Vergl. Organ 1917, Seite 241 und Tafel 29, Abb. 1—15.
**) Vergl. Archiv für Eisenbahnwesen 1923, Seite 173.

Unkrautvertilgung auf Eisenbahnstrecken.

Von Reichsbahnoberrat **Wöhrl**, Nürnberg.

Die im Organ 1926, Heft 18 von mir veröffentlichten vergleichenden Kosten der einzelnen Unkrautvertilgungsverfahren bedürfen nachfolgender Ergänzungen oder Berichtigungen, damit gleiche Vergleichsgrundlagen gewahrt bleiben.

1. Der Preis für Schwefelkiesabbrand ist inzwischen von 3,50 ℳ/t auf 7,00 ℳ/t gestiegen. Da nach den bisherigen Beobachtungen an vier Jahre alten Schwefelkiesabdeckungen noch keine Spur einer Unkrautneubildung wahrzunehmen ist, darf mit einer Wirkungsdauer von sieben und mehr Jahren gerechnet werden und es ist daher der Kostenbetrag zu berücksichtigen, der auf vier bis sieben Jahre im voraus angesetzt werden mufs (Zinsfufs 6 %).

Bedeutet S die Kosten auf ein Jahr, so sind zu verzinsen:

bei vier Jahren Wirkungsdauer

im ersten Jahr 3 S
im zweiten Jahr 2 S
im dritten Jahr 1 S
im vierten Jahr 0 S

zusammen: $6\ S \times \frac{6}{100} = 0{,}36\ S$

und auf ein Jahr $\frac{0{,}36}{3} = 0{,}12\ S$

bei fünf Jahren

im ersten Jahr 4 S
im zweiten Jahr 3 S
im dritten Jahr 2 S
im vierten Jahr 1 S
im fünften Jahr 0 S

zusammen: $10\ S \times \frac{6}{100} = 0{,}6\ S$

und auf ein Jahr $\frac{0{,}6}{4} = 0{,}15\ S$

bei sieben Jahren

im ersten Jahr 6 S
im zweiten Jahr 5 S
im dritten Jahr 4 S
im vierten Jahr 3 S
im fünften Jahr 2 S
im sechsten Jahr 1 S
im siebten Jahr 0 S

zusammen: $21\ S \times \frac{6}{100} = 1{,}26\ S$

und auf ein Jahr $\frac{1{,}26}{6} = 0{,}21\ S$

S wird unter Berücksichtigung der obigen Preiserhöhung

bei vier Jahren Wirkungsdauer

0,06 ℳ/m und Jahr
hierzu Zins $0{,}12 \times 0{,}06 =$ 0,0072 ℳ/m und Jahr
zusammen: 0,0672 ℳ/m und Jahr
oder 6,72 Pfg./m und Jahr

bei fünf Jahren

0,048 ℳ/m und Jahr
hierzu Zins $0{,}15 \times 0{,}048 =$ 0,0072 ℳ/m und Jahr
zusammen: 0,0552 ℳ/m und Jahr
oder 5,52 Pfg./m und Jahr

bei sieben Jahren

0,034 ℳ/m und Jahr
hierzu Zins $0{,}21 \times 0{,}034 =$ 0,0072 ℳ/m und Jahr
zusammen: 0,0412 ℳ/m und Jahr
oder 4,12 Pfg./m und Jahr

2. Der Preis für Unkraut-Ex hat sich inzwischen von 9,50 ℳ/t auf 7,50 ℳ/t ermäfsigt. Dadurch vermindern sich die Kosten auf den lfd/m Gleis und Jahr

bei zweimaliger Sprengung auf 9,2 bzw. 10,2 Pfg.
bei einmaliger Sprengung auf 4,6 bzw. 5,6 Pfg.

3. Bei der Berechnung der Kosten der Verwendung der »Scheuchzer«-Jätemaschine erscheint es ungerechtfertigt, 25 % Verwaltungskosten anzulasten, da solche auch bei übrigen Verfahren nicht angerechnet wurden.

Werden diese aufser Rechnung gelassen, so mindern sich die Kosten (zweimal im Jahr) von 34 auf 27 Pfg./m Gleis und Jahr.

Die Reihenfolge der einzelnen Unkrautvertilgungsver wie sie im Organ 1926, Heft 18, nach der Wirtschaftlichk getragen sind, ändert sich hierdurch nicht. Die Kosten sich aber wie aus der Zusammenstellung auf Seite 225 sehen ist. (Die früheren Preise sind in Klammern bei

Wie schon am Schlufs meines Aufsatzes im Heft 1 ausgeführt, wird in der Praxis im einzelnen Falle je na Art und dem Umfang der Verkrautung zu untersuche welches Verfahren als zweckmäfsigstes und billigstes zu ist. Die »Scheuchzer« Jätemaschine wird, obwohl sie arbeitet, nicht grundsätzlich abzulehnen sein, weil sie a vernachlässigten Strecken, in denen das Unkraut eine verfilzte Decke bildet, das einzige Mittel bietet, um wer wieder rasch einen durchschnittlichen Unterhaltungs herzustellen. Dabei darf aber nicht übersehen werd die Fufsbänke noch gesondert gereinigt werden müssen »Scheuchzer« Maschine diese unberührt läfst.

Es erscheint nützlich, an dieser Stelle noch Einig fügen über die Grundlagen, auf denen meine verglei Kostenberechnungen aufgebaut wurden, um dem Ein begegnen, als seien die Voraussetzungen ungleich.

Jeder, der im praktischen Bahnunterhaltungsdiens weifs, dafs die Unkrautplage auf Hauptbahnen mit Sch üblicher Abmessungen zu 90 % auf die Fufsbänke be ist, und dafs eine erhebliche Verkrautung der Schotte (im Gegensatz zu der früheren Sandbettung) als Ausn

Kosten der Unkrautvertilgung für den lfd. m Gleis und Jahr.

1. Schwefelkiesabbrand (Arbeit nur alle vier bis sieben und mehr Jahre nötig)	4,12 Pfg. (sieben Jahre)	bzw. 5,52 (3,4) Pfg. (fünf Jahre)	bzw. 6,72 (4,5) Pfg. (vier Jahre)
2. Natrium Chlorat (zweimal im Jahr)	5,6 bis 6,6 Pfg.		
3. Unkraut-Ex (zweimal im Jahr)	9,2 (11) bis 10,2 (12) Pfg.		
(einmal im Jahr)	4,6 (5,5) bis 5,6 (6,5) Pfg.		
4. Handarbeit (im Jahr)	10 bis 15 Pfg.		
5. Maschine »Harder« (zweimal im Jahr)	16 Pfg.		
6. Maschine »Scheuchzer« (zweimal im Jahr)	27 (34) Pfg.		

chten ist. Mit der Entkrautung dieser Fufsbänke kann nicht zugewartet werden, bis einmal die ganze Bettung Reinigung bedarf, sie mufs heute Jahr für Jahr einmal häufig zweimal vorgenommen werden.

Ebenso bekannt ist auch, dafs die Verhältnisse auf Neben- en viel ungünstiger liegen, da dort die Gleise meist in hmutzter Sandbettung lagern und dort für die Entkrautung eher fast nichts aufgewendet wurde — höchstens dafs man Mähen das hohe, die Zugkraft der Lokomotiven ver- ernde Gras beseitigte.

Für solche Nebenbahnen ist meine vergleichende Kosten- hnung nicht aufgestellt. Es müfste in diesem Falle, eine gleiche Vergleichsgrundlage geschaffen werden wollte, Belegung der ganzen Bettungsbreite auf rund 4,50 m e und zwar unter der Bettung angenommen werden, was lings nur bei einem Bettungsneubau ausführbar wäre.

An eine solche Ausführung der Entkrautung wird aber Gleiswirt ernstlich herangehen, da sie infolge der hohen en völlig unwirtschaftlich wäre und nach 5 bis 7 Jahren, der Schwefelkies ausgelaugt ist, doch mit anderen billigeren eln das wieder wuchernde Unkraut entfernt werden müfste, ach so kurzer Zeit keine abermalige Bettungserneuerung rage kommt. Für solche Fälle — also völlig ver- utete Nebenbahnen — erscheint eine Radikalkur mit einer Maschine und eine spätere Nachbehandlung mit Giftlösungen Platze.

Für Hauptbahnen wäre eine Belegung der gesamten Krone Schwefelkies eine unnütze Verschwendung und kann nicht rage kommen.

Auf Hauptbahnen mit Schotterbett üblicher Abmessung t die Unkrautvertilgung zum weitaus gröfsten Teil auf die bänke beschränkt und da die Nebenbahnen gegenüber n Hauptbahnen sowohl nach der Länge wie nach dem rf der Entkrautung ganz wesentlich zurücktreten, so eint es wohl gerechtfertigt, für eine grundsätzliche rsuchung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Verfahren in r Linie die Verhältnisse der Hauptbahnen zugrunde zu , wie ich dies getan habe. Dafür sind dann — soweit überhaupt möglich ist — gleiche Voraussetzungen insofern nde zu legen, als für Schwefelkies und Giftlösungen die Entkrautung der Fufsbänke angerechnet wird, für die rautungsmaschinen aber eben die Kosten eingesetzt werden, ür alle Fälle entstehen, wenn sie schon einmal angesetzt en.

Dabei mufs aber ausdrücklich auf den Mangel der euchzer'schen« Jätemaschine hingewiesen werden, der darin ht, dafs sie im Gegensatz zu der »Harderschen« Maschine Fufsbänke nicht zu entkrauten vermag.

Die »Scheuchzer« Maschine vermag deshalb auf normal otterten Hauptbahnen ihre Vorzüge nicht voll zur Geltung ringen, auf Nebenbahnen müssen die beiderseitigen Fufs- e noch besonders mit Giftmitteln entkrautet werden, was 70—110 M/km nicht möglich ist. Ferner ist zu be- ichtigen, dafs das Unkraut bei Verwendung von Jäte- hinen im gleichen Jahre wieder nachwächst — also eine ch zweimalige Behandlung mit der Maschine kaum zu hen sein wird. Die Giftmittel wirken insofern besser und nachhaltiger, als die fortschreitende Durchsäuerung des Untergrundes mehr und mehr dem Unkraut Abbruch tun wird und die Arbeitskosten im Laufe der Jahre sich verringern werden.

Um noch auf Einzelheiten einzugehen, so weise ich darauf hin, dafs in meiner Wirtschaftlichkeitsberechnung für Schwefelkies eine Belegung der Fufsbänke auf je 40 cm Breite, für die Giftlösungen eine Besprengung auf etwa je 1,00 m bis 1,20 m Breite zugrunde gelegt wurde (2,4 cbm/km). Nach den sehr beachtenswerten Ausführungen im Bahnbau 1926/39 müssen auf die ganze Breite des Bahnkörpers (4,50 m) bei starker Verkrautung bis 9 cbm/km gesprengt werden.

Ich sprenge die Fufsbänke ebenfalls mit mindestens 9 m^3/km. Es ist praktisch unmöglich, für die Besprengung mit Giftlösungen rein rechnerisch nur 0,40 m Breite wie bei Belegung mit Schwefelkies einzusetzen, denn man kann sich dabei nicht auf einen schmalen Streifen von 40 cm beschränken, sondern man wird aus rein praktischen Gründen eine gröfsere Breite besprengen und vor allem auch den Fufs der Schotterbettung, unter dem das Unkraut fortwuchert, gut zu durchfeuchten suchen. Darnach sind auch die Sprengrohre eingerichtet. Die Mehrkosten der Sprenglösung sind ohne Bedeutung, die Arbeitskosten bleiben die gleichen.

Man wird daher diese Voraussetzungen für beide Verfahren unter der Berücksichtigung der tatsächlichen Verhältnisse als gleich anerkennen müssen.

Das Gleiche gilt für Unkraut-Ex.

Erwähnt mufs noch werden, dafs auch die Handarbeit an gewöhnlichen Hauptbahnen sich zum weitaus gröfsten Teil auf die Fufsbänke beschränkt und dafs die angegebenen Kosten daher ebenfalls die gleiche Voraussetzung aufweisen. Die Fufsbänke wurden früher zweimal im Jahre gereinigt, einmal vor Samenausfall im Frühjahr und einmal im Herbst. Wie notwendig das ist, geht aus der Überlegung hervor, dafs die Verunkrautung des ganzen Bahnkörpers zum gröfsten Teil von den Fufsbänken ausgeht und dafs, wenn nicht der Samenausfall jedes Jahr rechtzeitig verhindert wird, eine immer stärkere Verunkrautung des Gleises unausbleiblich ist. Wenn es gelingt, des Unkrautes auf den Fufsbänken Herr zu werden, dann ist die Hauptarbeit geschehen, Unkraut im Gleis und zwischen den Gleisen wird dann leicht und ohne grofse Kosten bewältigt werden können.

Unter Berücksichtigung dieser tatsächlichen Verhältnisse auf den gewöhnlichen Hauptbahnen und mit Rücksicht darauf, dafs die »Scheuchzer« Maschine die Fufsbänke nicht vom Unkraut säubert, können meine Berechnungen und die daraus gezogenen Schlufsfolgerungen als auf gleicher Voraussetzung — soweit dies überhaupt möglich ist — beruhend kaum angezweifelt werden.

Schwefelkiesabbrände werden bis auf weiteres auf Hauptbahnen mit dem gewöhnlichen Schotterbett stets das billigste Unkrautvertilgungsmittel, bei gleichen Kosten mindestens das bequemste Mittel darstellen, da 5 bis 7 Jahre keine Arbeit zu leisten ist und die heute so kostbaren Arbeitskräfte für die übrigen wichtigeren Bahnunterhaltungsarbeiten gewonnen werden. Der geringe Graswuchs zwischen den Schienen oder den Gleisen wird mit einem geringen Aufwand von Giftmitteln und Kosten nebenbei beseitigt werden können.

Auf stark verkrauteten Nebenbahnen werden, wie schon oben erwähnt, Jätemaschinen mit gröfserem Erfolg arbeiten können, bei Verwendung der »Scheuchzer« Maschine ist die Entkrautung der Fufsbänke mit Giftmitteln aber nicht zu umgehen.

Ein mathematisch scharfer Vergleich ist bei der Verschiedenartigkeit der Verhältnisse nicht möglich. Es soll durch sine ira et studio aufgestellten Wirtschaftsberechnungen nur ein allgemeiner Anhaltspunkt gegeben werden für Gleiswirte, damit sie in der Lage sind, zu beurteilen, Unkrautvertilgungsmittel in den einzelnen Fällen am mäfsigsten und zugleich am billigsten sind.

Aus amtlichen Erlassen der Vereinsverwaltungen.

Verstärkung der Federn bei Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Einer Verfügung der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vom Oktober 1926 entnehmen wir folgendes:

Die versuchsweise Ausrüstung einiger neuerer Lokomotiven mit Tragfedern von 16 mm Blattstärke hat einwandfreies Laufen der betreffenden Lokomotiven ergeben. Übermäfsiges Durchbiegen dieser Federn ist nicht beobachtet worden. Die früher bei Verwendung der üblichen Tragfedern mit 13 mm Blattstärke, besonders bei der Durchfahrt von Gleiskrümmungen und beim Befahren von schlechten Gleisstellen auftretenden störenden Bewegungen der Lokomotive haben sich nach dem Einbau der verstärkten Tragfedern merklich verringert; irgendwelche nachteiligen Einflüsse hat die verstärkte Abfederung nicht gezeitigt. In Anbetracht der guten Erfahrungen mit dieser Art von Tragfedern wurde vom Betriebe eine allgemeine Auswechslung vorhandenen schwächeren Federn dringend gewünscht.

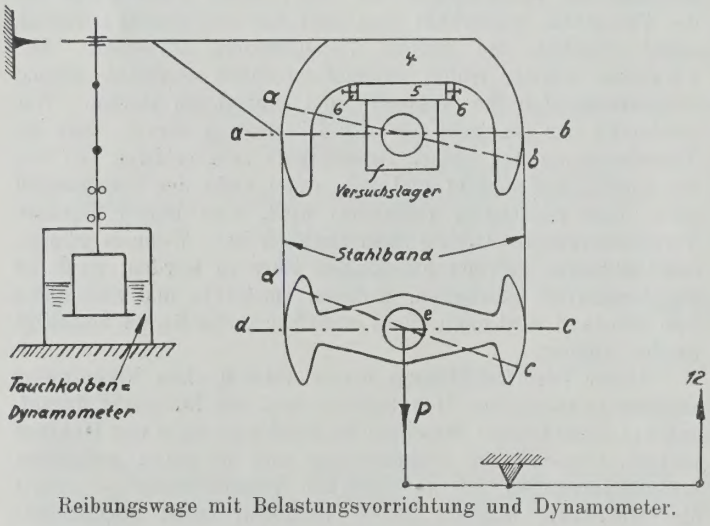
Um auch die Möglichkeit der Auswechslung von federn einzelner Achsen zu klären, sind an einer Reih Lokomotiven verstärkte Tragfedern nur an einzelnen und in den verschiedenen Ausgleichsystemen versuch eingebaut worden. Auch hierbei haben sich Anstände ergeben, bei Ersatz brauchen daher nur die Federn Achse ausgewechselt zu werden. Um schliefslich die haltung von Federstahl für Lokomotiven zu beschränken, bei Ersatz auch die Rückstellfedern der Drehgestelle fü handene Lokomotiven und die Stofsfedern der Tende Federstahl von 16 mm Blattstärke hergestellt, da auch Federn sich vielfach als zu schwach erwiesen haben. Btt

Berichte.

Werkstätten, Stoffwesen.

Die neuesten Prüfstände in der Versuchsabteilung Göttingen.

Im Versuchsamt Göttingen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wurden zur Untersuchung der Reibung von Lagern zwei Prüfeinrichtungen hergestellt und in Betrieb genommen. Die Prüfstände sollen die zahlenmäfsige Ermittlung der Reibungswerte für alle Schmierstoffe, Lagermetalle, Zapfenmaterialien und Lagerkonstruktionen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Lagerbelastung ermöglichen.



Reibungswage mit Belastungsvorrichtung und Dynamometer.

Die erste der beiden Einrichtungen dient zur Untersuchung der Reibungswerte bei reiner Umlaufbewegung. Zu diesem Zweck wird das zu untersuchende Lager auf eine Welle gebracht, die von einem eigens zu diesem Zweck gebauten Getriebe, System Stöckemann, angetrieben wird. Dieses neuartige Getriebe gestattet eine leichte, feinstufige Drehzahlregelung von 0 bis 600 Umdrehungen/Min.

Das Lager wird durch eine Prefspumpe belastet, die durch ein Hebelwerk auf das Parallelogramm a b c d wirkt, das die eigentliche Reibungswage darstellt (siehe Abb.). Beim Drehen der Welle wird durch die Lagerreibung der Wagebalken a—b mitgenommen, so dafs das Parallelogramm in die Lage a' b' c' d' einspielt. Zur Vermeidung zusätzlichen Drehmoments mufs der Mittelpunkt des Lagers mit dem Halbierungspunkt von a—b zusammentreffen. Die durch das Keilstück 5 und die Keilschrauben 6 erreicht. Da moment der Reibungswage wirkt auf ein Tauchkolbendynam dessen Ausschläge durch eine Seidenschnur zur Schreibvorri geleitet und dort selbsttätig aufgezeichnet werden. Gleichzeiti die jeweilige Geschwindigkeit verzeichnet.

Die bisherigen Versuche ergaben bemerkenswerte Aufs über die Höhe der Reibung beim Anfahren eines Gleitlagers. das Lager lange Zeit gestanden hat, erreicht der Reibungsw der vorliegenden Lagerkonstruktion und dem bisher be Schmierstoff die dreifsig- bis fünfzigfache Gröfse des Reibungs im Betriebszustand. Der Anfahrwert sinkt aber beträchtlich, te bis auf das fünffache herunter, wenn nur ein kurzer Stillsta tritt. Die weiteren Studien auf dem Prüfstand sollen darüber K bringen, durch welche Mittel konstruktiver und stofflicher A die Reibungswerte im günstigsten Sinne beeinflussen kann.

Der zweite Prüfstand war notwendig zum Studium der die einer pendelnden Gleitbewegung unterworfen sind. E Verwendung zur Untersuchung der Gelenke des Gewerk Lokomotiven, die bis heute trotz Verwendung der verschied Bronzen und Buchsenmaterialien noch einem ziemlich erhe Verschleifs unterworfen sind.

Die Buchsen aus dem zu untersuchenden Material wer Hebel eines Parallelogrammes eingebaut, die durch geschliffene gelenkig verbunden sind. Die eine Seite dieses Parallelogram in ihrer Mitte fest auf eine Achse aufgekeilt, die gegenüberli mit einem Schlitten, der sich auf einer Gleitbahn bewegt, g verbunden. Durch Gewichte kann auf diesen Schlitten ei ausgeübt und damit jedes Gelenk des Parallelogramms b werden, so dafs Flächendrücke von 30 bis 60 kg/cm² erreicht w In einem Eckpunkt des Parallelogramms greift ein von einer welle bewegter Hebel an und versetzt das Parallelogramm in pen Bewegung (die Schwingungszahl kann zwischen vier und acht Sekunde verändert werden).

Die Versuche haben bis jetzt ergeben, dafs Flächenbelas von 50 kg/cm², wie sie bei der Lokomotivsteuerung üblich si reichlich hoch angesehen werden müssen und dafs Bronze stärkerem Zinkgehalt nach kurzer Zeit fressen. Beim Prü liegen die Beanspruchungen insoferne etwas ungünstiger w einer Steuerung, als nicht wie bei dieser durch den Druckw

ıtlastung des Gelenkes eintritt. Die gröfsere Beanspruchung lzen und Buchsen im Prüfstand wird zu einem schnelleren leifs führen, so dafs man annehmen kann, dafs ein Material, rmittel oder eine Gelenkkonstruktion, die in dem Prüfstand ıdestmafs von Abnutzung zeigten, sich auch im praktischen erst recht bewähren werden. Verkehrstechnik 1926, 53. Heft.

Pp.

Reibungswert zwischen Rad und Bremsklotz.

ı Glasers Annalen Band 99, Heft 11 teilt Regierungsbaurat ɔw die Ergebnisse seiner wertvollen Versuche zur Ermittlung ibungswertes zwischen Rad und Bremsklotz mit.

ie grofse Anzahl der von ihm durchgeführten Versuche — 500 — und die verhältnismäfsig gute Übereinstimmung der chnittswerte ermöglichte vor allem, auf Gesetzmäfsigkeiten zu en. Die mitgeteilten Prüfstandswerte werden allerdings, wie erfasser angegeben, von den praktisch in Betracht kommenden was abweichen, weil durch die im Betrieb ständig erfolgenden tterungen die Reibung sich etwas mindern wird.

ie Versuchsergebnisse stellen einen wesentlichen Beitrag dar nntnis des Einflusses der Geschwindigkeit, des Bremsklotz-s, der Bremsklotzhärte, der Temperatur und des Feuchtigkeits-les auf die Gröfse des Reibungswertes. Zur Ermittlung der gswerte dient eine in oben angeführtem Schriftsatz näher ebene Versuchseinrichtung. Die Versuche wurden als Auslauf-urchzugversuche mit einer Dauer von 10 Sekunden bis 2 n durchgeführt.

ie durch die Versuchseinrichtung gezeichneten Schaubilder zunächst die Abhängigkeit des Reibungswertes von der Ge-digkeit. Aus ihnen geht hervor, dafs in der Nähe des Still-der Reibungswert sehr grofs ist, während er bei hartem aterial mit zunehmender Geschwindigkeit dauernd abnimmt. eichen Bremsklötzen erfolgt dieses Abnehmen bis zu einer tgröfse, von der ab wieder ein leichtes Steigen festzustellen ese Geschwindigkeit schwankt zwischen 100 und 140 km/h, diese Erscheinung bei einer Steigerung der Fahrtgeschwindig-achtenswert erscheint.

m also bei hohen Geschwindigkeiten kleine Bremswege zu ı sind grofse spezifische Bremsklotzdrücke nötig. Zur Er-ıg derselben hat die Deutsche Reichsbahn die Verwendung emsdruckreglers eingeführt. Allerdings ist die Anwendung fsig grofser Bremsklotzdrücke insofern wieder unzweckmäfsig, t steigendem Bremsklotzdruck der Reibungswert abnimmt. Ergebnis deckt sich mit der Erfahrung, dafs der Bremsweg ist, wenn der erforderliche Druck mit möglichst vielen Brems-erreicht, als wenn er nur von wenigen bewirkt wird. Es nt darum die doppelseitige Radabbremsung für geboten. Aus Grund wird es auch zu empfehlen sein, die Reibungsfläche zelnen Bremsklotzes möglichst grofs zu machen, womit gleich-ein geringerer Materialverschleifs erreicht wird.

Merkwürdig erscheint ferner das Ergebnis, dafs innerhalb des nutzbereiches der Reibungswert härterer Bremsklötze über dem rer liegt. Darum wird es wohl auch keinesfalls zweckmäfsig ır Bremsklötze weicheres Gufseisenmaterial als mit 195 bis rtegraden zu verwenden. Bei einer Geschwindigkeit von über /h nähert sich allerdings der Reibungswert des weichen Brems-wieder dem des härteren und überschreitet ihn sogar zum Teil. n folgenden sei eine kurze Zusammenstellung der mittleren gswerte für verschiedene Geschwindigkeiten und verschiedene sche Bremsklotzdrücke gebracht:

0	10	25	40	60	80	100	125	150
				km/h				
—	0,488	0,328	0,270	0,220	0,199	0,190	—	—
),625	0,431	0,270	0,225	0,192	0,180	0,170	0,167	0,167
),570	0,408	0,248	0,212	0,185	0,171	0,158	0,146	0,144
),520	0,388	0,229	0,203	0,178	0,162	0,149	0,139	0,135
),478	0,369	0,212	0,193	0,172	0,156	0,143	0,134	0,131

us den schon eingangs erwähnten Gründen empfiehlt es sich ktische Berechnungen die obigen Versuchswerte um 12 bis u vermindern.

Mit der bisherigen Annahme im Widerspruch steht die Erscheinung, dafs der Reibungswert mit steigender Temperatur nicht fällt, sondern eher etwas steigt, was vielleicht auf das innigere Aneinanderschmiegen der erwärmten Reibflächen zurückgeführt werden kann. Diese Zunahme des Reibungswertes führte sogar bei verschiedenen Versuchen zum plötzlichen Stillstand der Räder, trotzdem Bremskraft, Geschwindigkeit und Schienenzustand mit steigender Temperatur eingehalten wurden. Die Erfahrung, dafs beim Befahren langer Gefällstrecken eine Minderung der Reibung eintritt hat also ihre Ursache nicht in der Abnahme des Reibungswertes durch Erhitzung, sondern ist jedenfalls in einem Nachlassen der Bremskraft begründet. Die Versuche zur Ermittlung des Einflusses des Feuchtigkeitszustandes ergaben im allgemeinen bei nassen Bremsklötzen einen kleineren Reibungswert, z. B. für $V = 25$ km/h und 6 kg/cm² spezifische Anpressung von 18,7 %. Jedoch fiel dabei die eigenartige Erscheinung auf, dafs bei hohen Geschwindigkeiten der Reibungswert bei nassen Klötzen gröfser war als bei trockenen. Es wird mit Aufgabe der weiterzuführenden Versuche, an die sich Prüfstandsmessungen anschliefsen werden, sein, hierin Klärung zu schaffen.

Pp.

Lehre zum Nachmessen von Radspurkränzen.

In den Eisenbahnausbesserungswerkstätten sind seit Jahren die verschiedensten Mefswerkzeuge in Gebrauch, die dem Zweck dienen eine übermäfsig grofse Materialwegnahme beim Abdrehen

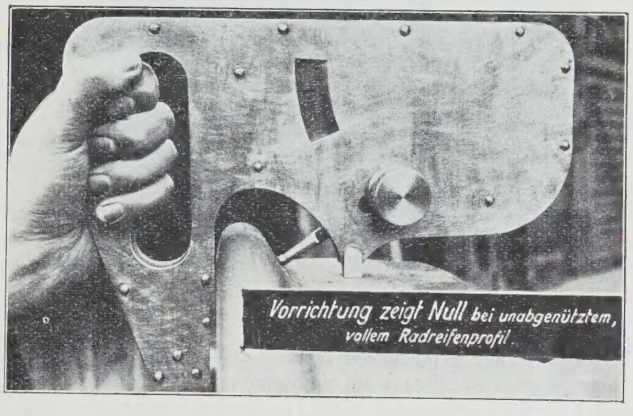


Abb. 1.

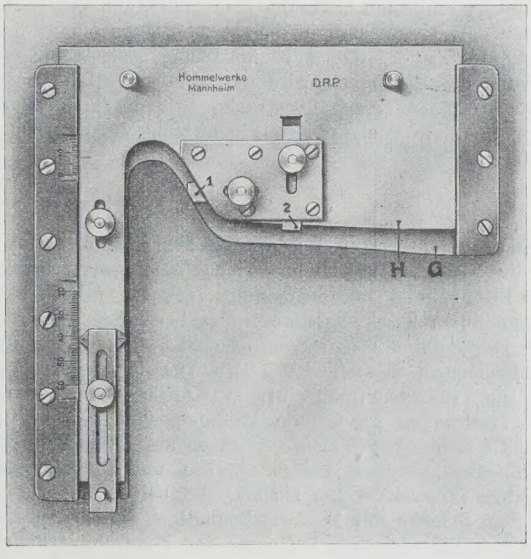


Abb. 2.

der Radreifen sowie die nach dem Abdrehen noch verbleibenden Radreifenstärke vorauszubestimmen oder eine nachträgliche, zusätzliche Dreharbeit zu vermeiden.

Im Eisenbahnausbesserungswerk Magdeburg-Buckau ist beispielsweise im Jahre 1923 eine Lehre ausgebildet worden, die durch

punktweise Aufnahme ein Bild von der Abnützung der Lauffläche gibt. Ein anderes Verfahren beruht auf der Aufzeichnung des abgenützten Profils und dem Vergleich desselben mit dem Normalprofil. Das Eisenbahnausbesserungswerk Nürnberg verwendet seit Jahren neben Schablonen und einfachen Reifenstärkemefsvorrichtungen eine Lehre nach Bauart Gollwitzer.

Allen diesen Mefsvorrichtungen haftet teils mehr, teils weniger eine gewisse Umständlichkeit oder Schwierigkeit in der Handhabung an.

Aus diesem Grund ist im Eisenbahnausbesserungswerk Nürnberg seit geraumer Zeit die in Abb. 1 dargestellte Lehre in Verwendung.

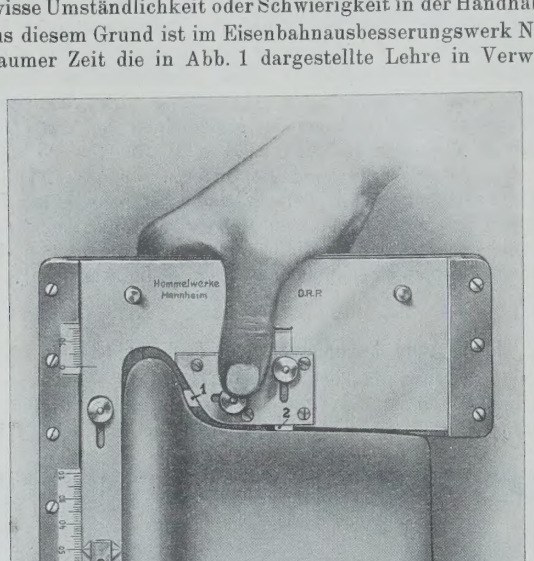


Abb. 3.

Sie beruht auf der Erfahrungstatsache, dafs die gröfste Abnützung des Radreifens in der Regel am Spurkranz erfolgt. Die Lehre wird auf den Radreifen aufgesetzt (Abb. 1). Diesen berührt sie dann mit dem kleinen Sitzklötzchen in der Ebene des Laufkreises. Der am Ende mit einer Kugel versehene Fühlhebel wird hierauf durch Verschieben der geränderten Schraube dem Spurkranz genähert. Er ist so gelagert, dafs er auf ihm in der gewöhnlichen Zone der gröfsten Abnützung eine Kurve von ca. 10 mm Länge bestreichen kann. Die Verschiebung des Fühlhebels wird durch ein Hebelwerk im Innern der Lehre auf einen Zeiger übertragen. Da die Teilung, über der der Zeiger spielt, in mm Abnützung senkrecht zur Radachse geeicht ist, so kann an ihr sofort abgelesen werden, wieviel Materi Erreichung des Normalprofiles abgedreht werden mufs.

Vor einiger Zeit haben die Hommelwerke eine Lehre Abb. 2 und 3 auf den Markt gebracht, die mit verhältnis raschen und einfachen Handgriffen die Abnutzung des Rad und die Spantiefe feststellt, die zur Erreichung des vorgeschri Profils notwendig ist.

Die Lehre wird derart auf das Rad aufgesetzt, dafs sie ein mit dem geradlinigen Schenkel an der Innenseite des Radreifens, a seits mit der Grundplatte G an der Lauffläche anliegt. Hierauf s beiden Tastorgane 1 und 2 soweit zu verschieben, dafs sie a gelaufenen Spurkranz bzw. an der Lauffläche anstehen. In Stellung werden sie durch Schrauben festgehalten. Die La beiden Tastorgane ist so gewählt, dafs sie den in der Re meisten abgenützten Stellen des Radreifens entspricht. Dure stellen des auf dem geradlinigen Schenkel befindlichen Zeig die Bohrung des Radreifens läfst sich an der Mafsteilung die des Radreifens bezogen auf den Berührungspunkt ablesen. mufs aber berücksichtigt werden, dafs durch das Einwalzen od hämmern des Sprengringes an der Mefsstelle am Radreife Formänderung von 1,5 bis 2,0 mm entsteht.

Zur Bestimmung der zur Erreichung des vorgeschri Normalprofils notwendigen Spantiefe und der nach dem Ab verbleibenden Radreifenstärke wird die Hauptplatte H sowe der Grundplatte G in deren seitliche Führungen sie gleitet, oben verschoben, bis das am weitesten hervorstehende Tasto oder 2 mit dem Profil der Grundplatte abschneidet. An de der Grundplatte angebrachten Mafsstab kann dann die nac Drehen verbleibende Radreifenstärke und an der Teilu notwendige Spantiefe abgelesen werden.

Besonders niedrig gebaute Wagenschiebebühne.

In der Zeitschrift „Engineering“ (4. Februar 1927) wir halbversenkte Schiebebühne für Drehgestellwagen von 21 m länge und nur 100 mm Auflaufhöhe beschrieben. Zur Verm zu starken Schiefstellens der Drehgestelle beim Auf- und Ab ist die Hälfte der Auflauframpe in die Bühne selbst verleg Neigung der beweglichen Auflaufzungen setzt sich also noch Laufschienen hinein fort. Dadurch wird eine gröfsere Län Auflauframpe und eine geringere Neigung und Schiefstellu Drehgestelle bewirkt. Die Schiebebühne läuft auf acht Gleisst was weniger nachahmungswert ist. Die jetzt in Deutschland üb auf nur zwei Schienen laufenden Portalschiebebühnen gleicher und Auflaufhöhe werden zwar im Beschaffungspreis höher — dem Mehrpreis für diese Schiebebühnen steht übrigens ei sparung an Kosten für die Laufbahn gegenüber — doch wi durch die Vorteile, die die Verwendung von nur zwei Sc gegenüber der achtfachen Unterstützung hinsichtlich an loser Betriebe und der Unterhaltungskosten bildet, reichlic gewogen.

Lokomotiven und Wagen.

500 PS-benzol-elektrischer Triebwagen der Lehigh Valley Bahn.

Die Lehigh Valley Bahn ist, wie eine grofse Anzahl amerikanischer Eisenbahnen, daran gegangen, den Zugverkehr auf einigen ihrer Linien durch Triebwagenfahrten zu ersetzen. Neuerdings hat die Bahn hierfür vier Triebwagen beschafft, die eine Leistung von 500 PS aufweisen, d. h. etwa das Doppelte der meisten bisherigen Wagen. Die Triebwagen sind 21,5 m lang und wiegen rund 59 t; zu jedem Triebwagen gehört ein Anhängewagen von 17,5 m Länge und 26,6 t Gewicht. Die Wagen verkehren auf verschiedenen Linien; zwei davon legen täglich bei einer Hin- und Herfahrt über eine 190 km lange Strecke 380 km zurück, die beiden andern über eine 128 km lange Strecke mit 26 Zwischenhalten täglich 256 km. Eine geringere Maschinenleistung hätte für den Personenverkehr an sich genügt. Man legte aber grofsen Wert darauf, dafs die Wagen aufser den Personenanhängern noch mehrere Eilgutwagen sollten befördern können, bei mehreren Kursen beträgt das gesamte Zugsgewicht sogar 300 t. Die Einrichtung der Wagen ist verschieden; die Anhänger haben 76 bis 78 Sitzplätze, während zwei von den Triebwagen nur Gepäck- und Postabteile, die beiden andern aufserdem noch 19 Sitzplätze aufweisen.

Die Triebwagen besitzen zwei Brill-Westinghouse-Mas sätze zu je 250 PS, die am vorderen Wagenende — die Wage in der Regel nur in einer Richtung fahren — eingebau Die Kraftübertragung ist elektrisch. Der Maschinenraum is 4,2 m lang; die beiden Maschinensätze sind in 673 mm fernung mit der Achse in Längsrichtung des Wagens einander angeordnet und zwar, um an Platz zu sparen, Weise, dafs die Generator-Seiten nach verschiedenen Rich liegen. Die Viertakt-Explosionsmotoren haben sechs ser angeordnete Zylinder von 190 mm Durchmesser und 203 m und machen 1100 Umdrehungen in der Minute. An der Stir des Maschinenraumes befindet sich in der rechten Ecke de schlossene Stand für den Führer; die übrigen zwei Drittel der Stir nimmt der Kühler ein. Der Wagen ruht auf zwei zweia Schwanenhals-Drehgestellen, von denen jeweils beide Achsen einen Motor angetrieben werden. Das vordere Drehgestell, Maschinenanlage trägt, ist mit etwas gröfserem Achsstand und k ausgeführt. Die Wagen besitzen eine Sammler-Batterie mit 16 die zum ingangsetzen der Maschinensätze, für die Beleuchtu ähnliches dient; für die Heizung wird das Kühlwasser ver

der Maschinensatz für sich arbeiten kann und auch die enschaltung eine Teilung des Antriebs zuläfst, mufs dem Wagen iemliche Betriebssicherheit zugesprochen werden. In mehrlichem Betrieb sollen sich tatsächlich auch nicht mehr Anstände n haben, als beim Lokomotivbetrieb. R. D.

Railway Age 1927, 1. Halbj., Nr. 5.)

2 Lokomotive der London Midland und Schottischen Bahn.

Mehr als 50 Jahre hat man in England zur Beförderung der und gemischten Züge fast ausschliefslich die einfache C-Loko- mit langem, festem Radstand, verhältnismäfsig grofsem Radmesser, durchhängender Feuerbüchse und Innenzylindern ver-t, die sich sonst in keinem anderen Land — wenn man von tark von England beeinflufsten Belgien und Holland absieht — etzen konnte. Seit einigen Jahren vollzieht sich indessen auch gland ein Umschwung und man kann tarke Anpassung des englischen Lokoaus an die auf dem Festland üblichen men beobachten, soweit dies eben die leren englischen Verhältnisse zulassen. vermeidet es neuerdings, Lokomotiven öfsere Geschwindigkeiten ohne führende hsen zu bauen; die C-Lokomotive wird wie im vorliegenden Fall, mehr und durch die 1 C-Lokomotive verdrängt. enswert ist auch, dafs nicht nur die er nach aufsen verlegt werden — soweit ücksicht auf die beschränkte Umngslinie dies gestattet —, sondern dafs auch an Stelle der vielfach verwendeten innenliegenden Joy-Steuerung sich die iegende Heusinger-Steuerung durchzusetzen beginnt. Anend wird mit Rücksicht auf das Lokomotivpersonal mehr Wert chtere Bedienung gelegt als bisher; beispielsweise sind auch die rstände wesentlich besser durchgebildet; seitliche Fenster und it nach hinten gezogenes Dach schützen die Mannschaft bei den n Lokomotiven, wie dies auf dem Festland schon lange üblich ist. Die neue Lokomotive ist noch von dem früheren leitenden ineningenieur der Bahn, George Hughes entworfen worden. ck wurden in Horwich gebaut, 70 weitere sind augenblick- Crewe im Bau. Die Textabbildung zeigt den Aufbau der otive. Sie hat Belpaire-Kessel und stark geneigt angeordnete er. Die Laufachse hat beiderseits 825 mm Ausschlag. An Stelle her ausschliefslich verwendeten Sichtöler sind Schmierpumpen auart Wakefield getreten. Die Hauptabmessungen sind:

selüberdruck p	12,6	at
nderdurchmesser d	533	mm
enhub h	660	„
seldurchmesser innen, vorn	1588	„
selmitte über Schienenoberkante	2667	„
rrohre, Anzahl	164	Stück
„ Durchmesser aufsen	48	mm
chrohre, Anzahl	24	Stück
„ Durchmesser aufsen	130	mm
rlänge	3708	„
fläche der Feuerbüchse	14,8	m²
„ „ Rohre	126,5	„
„ des Überhitzers	28,5	„
„ — im Ganzen — H	169,8	„
fläche R	2,55	„
chmesser der Treibräder D	1676	mm
„ „ Laufräder	1080	„
„ „ Tenderräder	1295	„
er Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen)	5029	„
zer Achsstand der Lokomotive	7772	„
„ „ „ einschl. Tender	14913	„
ungsgewicht G_1	56,15	t
stgewicht der Lokomotive G	66,0	„
„ des Tenders	42,2	„
rat an Wasser	16,0	m³
„ Brennstoff	5,0	t
	66,7	
	2,57	m²t
G_1	3,02	„

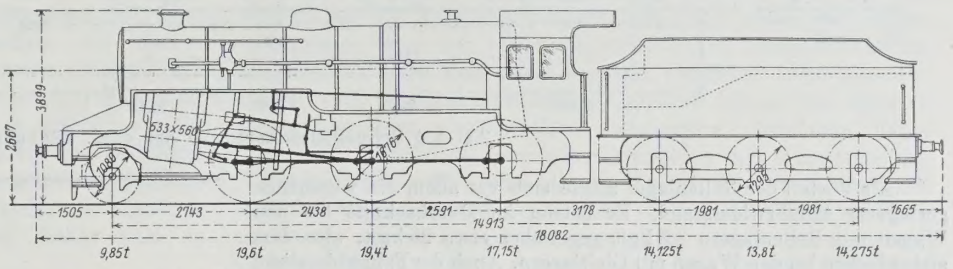
The Railw. Eng. 1926, September.) R. D.

Amerikanischer Benzol-Triebwagen mit mechanischer Kraftübertragung.

Während die meisten amerikanischen Bahnen es bisher vorgezogen haben, Triebwagen mit elektrischer Kraftübertragung zu beschaffen, hat die St. Louis-San Francisco-Bahn neuerdings zwei Benzol-Triebwagen mit mechanischer Kraftübertragung in Dienst gestellt.

Die Wagen sind rund 19 m lang, wiegen 33 t und haben 62 Sitzplätze. Sie entwickeln eine gröfste Zugkraft von 8150 kg und können in der Ebene eine Höchstgeschwindigkeit von 97 km/Std. erreichen. Im Regelverkehr wird ein 50 t schwerer Anhängewagen mitgeführt.

Der „Starling"-Benzol-Motor ist im Führerstand untergebracht. Er hat sechs Zylinder von 159 mm Durchmesser und 197 mm Hub und entwickelt bei 1200 Umdr./Min. 200, bei der gröfsten Zahl von 1500 Umdr./Min. 300 PS. Zur Rückkühlung des Kühlwassers ist an der Stirnfläche des Wagens ein Röhrenkühler mit einem Ausgleichbehälter von etwas über 100 l Inhalt vorgesehen. Die Heizung wird nach Bedarf an dieses Rückkühl-System angeschlossen.



1 C-h 2 Lokomotive der London Midland und Schottischen Bahn.

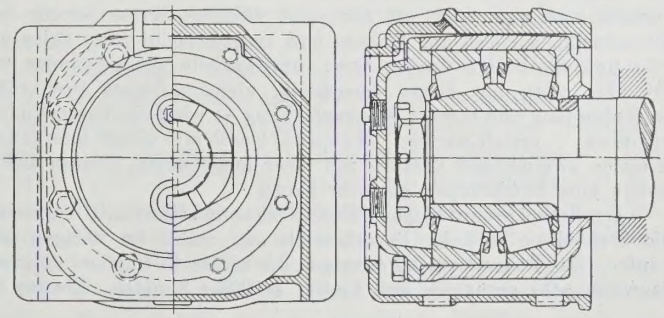
Die Drehgestelle haben die in Amerika übliche Schwanenhals-Ausführung und laufen auf Gleitlagern. Die beiden inneren Drehgestellachsen werden je mittels Kardanwelle und Kegelrädern von dem unter der Mitte des Wagenkastens liegenden Getriebe aus angetrieben. Dieses ist mit dem Motor durch eine Welle gekuppelt. Es ist von der Sykes-Gesellschaft geliefert und hat sechs Geschwindigkeitsstufen, die mittels Druckluft geschaltet werden und durch einen Fliehkraftregler gegen falsches Schalten gesichert sind. In einem besonderen Gehäuse ist ein Wendeschaltgetriebe vorgesehen, so dafs alle sechs Geschwindigkeiten in beiden Fahrtrichtungen benutzt werden können. Die kleinste Geschwindigkeit beträgt nur 6 km/Std., um ein leichtes Anfahren sowie Verschiebebewegungen mit schweren Lasten zu ermöglichen.

Die Wagen besitzen Westinghouse-Bremse und elektrische Beleuchtung. Sie sind von der Sykes-Gesellschaft in St. Louis und der Wagenfabrik von St. Louis gebaut und legen seit ihrer Indienststellung im September 1926 täglich 330 km zurück. Die Quelle betont gegenüber den Wagen mit elektrischer Kraftübertragung vor allem den vorzüglichen Wirkungsgrad des Getriebes.

(Railw. Age 1927, 1. Halbj. Nr. 17.) R. D.

Rollenlager an amerikanischen Eisenbahnwagen.

Nach zweijährigen Vorversuchen hat die Chicago, Milwaukee und St. Paul Bahn neuerdings 127 Personenwagen mit Rollenlagern



Rollenlager.

ausgerüstet. Während bei den Vorversuchen Hyatt- und SKF-Lager verwendet wurden, hat man jetzt Timken-Lager (s. Textabb.) gewählt. Die Lager wurden so entworfen, dafs sie ohne allzu-

grofse Änderungen in die Regel-Drehgestelle eingebaut werden können. Sie werden mit Fett geschmiert; Versuche mit Ölschmierung haben nicht befriedigt, weil dieses, wenn es reichlich eingefüllt wurde, herausgepreſst wurde, in kleinerer Menge dagegen bei längerem Stillstand der Wagen die Rollen völlig trocken liefs, so dafs dieselben rosten konnten.

Als Vorteil der Rollenlager zeigte sich vor allem ein wesentlich geringerer Anfahrwiderstand. Er betrug im Durchschnitt bei den Wagen mit Rollenlagern 3,5 kg/t gegenüber etwa 25 kg/t, also dem siebenfachen bei den Wagen mit Gleitlagern. Auch der Fahrwiderstand der Rollenlager war viel geringer. Die Wagen mit Rollenlagern hatten aufserdem einen ruhigeren Gang und neigten weniger zum Warmlaufen. Als besonderer Vorteil der Rollenlager mufs auch hervorgehoben werden, dafs die betreffenden Wagen bei Bremsversuchen nie ein Gleiten der Räder auf den Schienen zeigten, während sich dies bei den Wagen mit Gleitlagern bei denselben Versuchen selten vermeiden liefs.

Nach Ansicht der Bahngesellschaft ist das Rollenlager hinsichtlich der Laufeigenschaften dem Gleitlager zweifellos überlegen. Seine allgemeine Einführung wird aber davon abhängen, dafs es eine genügende Lebensdauer hat und dafs sein Preis noch gesenkt werden kann. R. D.

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 18.)

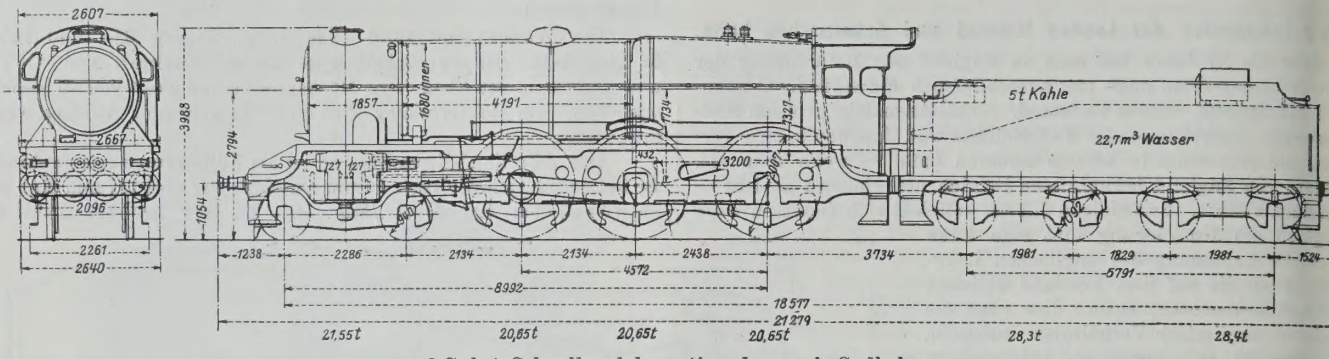
2 C - h 4 Schnellzuglokomotive der Englischen Südbahn.

Die neue Lokomotive (siehe Abb.) ist nach den Entwürfen von Maunsell für die Beförderung der immer schwerer werdenden Schnellzüge in der Bahnwerkstätte zu Eastleigh gebaut worden. Als „Nelson"-Klasse stellt die neue Bauart eine wesentliche Verstärkung der bisherigen „König Arthur"-Klasse vor, deren Abmessungen unten zum Vergleich mit angegeben sind.

Da eine Vergröfserung der beiden Zylinder der „König Arthur"-Klasse innerhalb der Umgrenzungslinie nicht mehr möglich war, mufste zur Vierzylinderanordnung übergegangen werden. Dabei wählte man im Gegensatz zu der üblichen englischen Ausführung nicht den Einachsantrieb, sondern liefs die Aufsenzylinder auf die zweite, die in der gleichen Querebene liegenden Innenzylinder dagegen auf die erste Kuppelachse wirken, wie dies beispielsweise bei der preufsischen S 10¹ Lokomotive, sowie bei einer grofsen Zahl von Lokomotiven der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn der Fall ist. Die Kurbeln sind aber nicht in der sonst üblichen Weise jeweils um 90° versetzt, sondern die Aufsen- und Innenkurbeln jeder Seite um 135° und die beiden Aufsen bzw. Innenkurbeln gegeneinander um 90°. Es sollen mit dieser Anordnung gleichmäfsigere Drehkräfte am Radumfang und bessere Feueranfachung — wie beim Dreizylindertriebwerk — erzielt werden. Maunsell will mit dieser Anordnung in einem zweijährigen Versuch mit einer umgebauten, älteren Lokomotive gute Erfahrungen gemacht haben.

Der Kessel besitzt Belpaire-Feuerbüchse und Maunsell-Überhitzer, Die Stehbolzen sind im Feuerbereich aus Stahl, im übrigen aus Kupfer. Das Führerhaus ist entgegen der bisher in England üblichen Bauweise sehr geräumig und besitzt seitliche Fenster. Ebenso ist der verhältnismäfsig grofse Drehgestellachsstand (2286 mm) und Verwendung eines Ausgleichgestänges für die Bremse sonst englischen Lokomotiven selten zu finden. Der Tender läuft zwei zweiachsigen Drehgestellen.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive, verglichen mit d der „König Arthur"-Klasse, sind:



2 C - h 4 Schnellzuglokomotive der engl. Südbahn.

	2 C - h 2 Lokomotive „König Arthur"-Klasse	2 C - h 4 Lokomotive „Nelson"-Klasse
Kesselüberdruck p	14	15,5
Zylinderdurchmesser d	2 × 521	4 × 419
Kolbenhub h	711	660
Kesseldurchmesser, aufsen gröfster	—	1753
Kesselmitte über Schienenoberkante	—	2794
Heizrohre, Anzahl	—	173
„ Durchmesser aufsen	—	51
Rauchrohre, Anzahl	—	27
„ Durchmesser, aufsen	—	133
Rohrlänge	—	4318
Heizfläche der Feuerbüchse	174,2	18,0
„ „ Rohre		166,9
„ des Überhitzers	31,3	34,9
„ im ganzen — H	205,5	219,8
Rostfläche R	2,78	3,06
Durchmesser der Treibräder D	2007	2007
„ „ Laufräder	1092	940
„ „ Tenderräder	—	1092
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	—	4572
Ganzer Achsstand der Lokomotive	—	8992
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschliefslich Tender	—	18517
Reibungsgewicht G_1	60,0	61,95
Achsdruck des Drehgestells	—	21,55
Dienstgewicht der Lokomotive G	81,8	83,5
Dienstgewicht des Tenders	56.7	56,7
Leergewicht des Tenders	29,6	29,6
Vorrat an Wasser	22,7	22,7
„ „ Brennstoff	5,0	5,0
H : R	73,9	71,8
H : G	—	2,63
H : G_1	—	3,54

(Engineering 1926, Nr. 3170.) R D

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
ftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
ahrgang 15. Juli 1927 Heft 13

suchsfahrten mit der verstärkten G t 96° (2×4/4)-Lokomotive des ehemals bayerischen Netzes der Reichsbahn.

Von Professor H. Nordmann, Reichsbahnoberrat, Mitglied des Reichsbahn-Zentralamts in Berlin.

n Dezember vorigen und Januar dieses Jahres fanden n Strecken Probstzella—Rothenkirchen und Berlin (Grune--Güterglück eingehende Versuchsfahrten mit der um-en G t 96°-Lokomotive der ehemals bayerischen Staats-att. Die Fahrten bieten dadurch ein besonderes Interesse, e das Ergebnis des Versuchs darstellen, die Mallet-t-Lokomotive durch ein geeignetes Volumenverhältnis der er (unter Beibehaltung der Niederdruckzylinder) und durch tung der Lokomotive mit allen neueren Hilfsmitteln für etrieb auf Steilrampen noch vorteilhafter zu gestalten. e Mängel, die der Mallet-Maschine gegenüber dem Vor-ner gegliederten und daher trotz vieler Treibachsen läufigen Lokomotive innewohnen, sind daher kurz zu n.

ie bayerische G t 96°-Lokomotive war hauptsächlich als e Schiebelokomotive für die Steilrampe Probstzella—kirchen (1 : 40) zur Überschreitung des Rennsteiges an renze des Thüringer- und Frankenwaldes bestimmt, n für eine zweite Steilrampe im Zuge der Strecke fenburg—Würzburg. Die Lokomotive in ihrer ersten rung besafs mit vollen Vorräten ein Reibungsgewicht 3,2 t, bei der zweiten Lieferung von 127,6 t. Nach-ie preufsische T 20-Lokomotive 1923 in gröfserer An-ngeliefert worden war, wurden auch einige Lokomotiven Gattung in Probstzella für den Schiebedienst auf der n Strecke beheimatet. Obgleich diese Maschine nur 95,3 t Reibungsgewicht bei vollen Vorräten verfügte, hte sie doch etwa die gleiche Schiebeleistung herzugeben, e im Reibungsgewicht um 32 t schwerere Mallet-Loko-

Dieser Umstand führte die Schwächen der Mallet-otive vor Augen und bot den Anreiz, die G t 2×4/4-otive so zu verbessern, dafs sie, ihrem wesentlich höheren gsgewicht annähernd entsprechend, auch eine höhere ft mit Sicherheit herzugeben vermochte.

ie Schwächen der Mallet-Lokomotive bestehen in zwei nden, die zum Teil zusammenhängen. Einmal erfährt komotive durch die Zug- bzw. Druckkraft beim Schieben ppmoment, das die vordere Achsengruppe e n t l a s t e t, n die hintere stärker b e l a s t e t; eine Erscheinung, die den Umstand um ein geringes verstärkt wird, dafs sich amtschwerpunkt der Lokomotive durch die Verschiebung asserschwerpunktes im Kessel und Tender nach hinten der Schrägstellung in der Steigung) gleichfalls etwas ückwärts verschiebt. Diese Erscheinung tritt natur- bei jeder Lokomotive auf, bleibt aber bei Maschinen ur e i n e m gekuppelten Achssystem in ihrer Gesamt-g belanglos. Bei der Mallet-Lokomotive hat dagegen rdere Achsgruppe ihre besondere Dampfmaschine, und d hier eine Minderung des Reibungsgewichtes eintritt, dem üblichen Zylinderraumverhältnis der Verbund-tive und den verhältnismäfsig grofsen Füllungen der npenlokomotiven oft gerade diese Zylindergruppe mit heren Zugkraft ausgestattet. Die Sache geht oft so weit, s vordere Gestell zu schleudern anfängt; dieses Schleudern vindet allerdings durch den Druckabfall im Verbinder hnell, und nun tritt eine wesentlich verstärkte Zugkraft an den hinteren Kuppelachsen mit den Hochdruckzylindern auf, die nun gegen einen sehr geringen Verbinderdruck arbeiten und ihrerseits Schleudern veranlassen. Mit Rücksicht darauf, dafs die Maschinengruppe mit der gröfseren Zugkraft die Ausnutzbarkeit der Reibungsziffer diktiert, kann daher die andere Achsgruppe trotz der vielleicht vorhandenen dampftechnischen Möglichkeit nicht ihre volle Zugkraft hergeben. Die Ausnutzbarkeit des Reibungsgewichtes insgesamt leidet also dadurch gegenüber einer gewöhnlichen Lokomotive, besonders dann, wenn man zur Vermeidung des Schleuderns mit einer gewissen Vorsicht fährt. Will man diesen Mangel möglichst beseitigen und die Ausnutzbarkeit des grofsen Reibungsgewichtes erhöhen, so ist ein solches Zylinderraumverhältnis das Haupterfordernis, dafs die beiden Zylindergruppen annähernd gleiche, eher sogar noch die Hochdruckzylinder etwas gröfsere Zugkräfte hergeben, und zwar gerade bei an sich grofser Gesamtzugkraft, d. h. also grofser Füllung, auch verhältnismäfsig grofser Füllung im rankinisierten Diagramm. Stellt man sich in einfachster Form das rankinisierte Diagramm vor (Abb. 1), so ist ersichtlich, dafs sich Hochdruck- und Niederdruckdiagramm im Gegensatz zu stärker expandierenden Maschinen nur dann mit etwa gleichem Inhalt versehen lassen, wenn der Hochdruckzylinder nennenswert gröfser ist, als es bei den üblichen Verbundlokomotiven der Fall zu sein braucht.

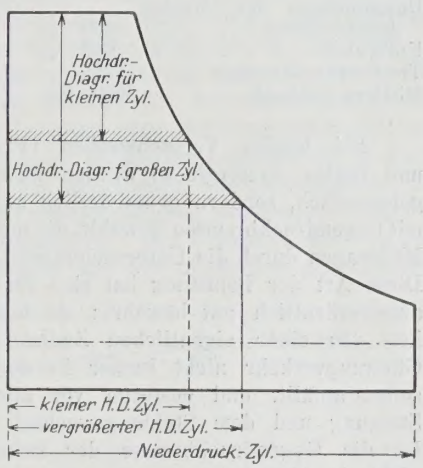


Abb. 1. Einflufs des Zylinder-Raumverhältnisses auf die Arbeitsverteilung.

Diesem Gedankengang wurde denn auch beim Umbau der Maschine gefolgt und das Zylinderraumverhältnis, das früher 1 : 2,28 betrug, durch die Wahl gröfserer Hochdruckzylinder (600 mm statt bisher 520 mm Durchmesser) in ein solches von 1 : 1,78 umgewandelt. Gleichzeitig wurde die Lokomotive, um über die gewonnenen höheren Zugkräfte auch bei ungünstiger Witterung sicher verfügen zu können, mit vervollkommneter Sandung ausgerüstet und im betrieblichen Sinne noch weiter dadurch vervollkommnet, dafs sie für Gegendruckbremse eingerichtet wurde, und zwar unter Beibehaltung der Verbundwirkung, also sozusagen als zweistufiger Kompressor. Der Leerlauf wurde durch Einbau ergiebiger Druckausgleicher mit Eckventilen erleichtert. Der Kessel erhielt eine neue Rohrteilung, die zwar eine verkleinerte Verdampfungsheizfläche (200 statt bisher 234 m²), aber bei stärkeren Wasserstegen ergab und die Überhitzerheizfläche (durch Erhöhung der Rauchrohranzahl) von 57,8 auf 65,4 m² brachte. Endlich wurde die Lokomotive in ihrem Wärmewirkungsgrad dadurch verbessert, dafs man sie mit einem in den Rauchkammerscheitel eingebetteten Vorwärmer versah. Die dergestalt umgebaute Loko-

motive (Abb. 2) ist es also, die den Versuchen unterworfen wurde, und wenn es auch zu bedauern ist, dafs nicht ein Parallelversuch mit einer noch nicht umgebauten Malett-Lokomotive angestellt werden konnte, so war ein Mafsstab für die erreichte Verbesserung doch dann gegeben, wenn es gelang, die Zugkräfte der T 20-Lokomotive nunmehr mit Sicherheit nennenswert zu übertreffen.

Abb. 2. Umgebaute G t 96⁰ (2 × 4/4) Lokomotive.

Dampfspannung	15 at	Heizfläche der Feuerbüchse .	14,6 m²
Durchmesser der Hochdruckzylinder	600 mm	Heizfläche der Rohre . . .	185,8 „
Durchmesser der Niederdruckzylinder	800 „	Ueberhitzerheizfläche . .	65,4 „
Kolbenhub	640 „	Gesamtheizfläche (feuerberührt)	265,8 „
Treibraddurchmesser . . .	1216 „	Rostfläche	4,25 „
Mittlere Zugkraft . . .	20200 kg	Leergewicht	106,5 t
		Reibungsgewicht	132,3 „

Bei beiden Versuchsreihen (Probstzella—Rothenkirchen und Berlin—Güterglück) wurden zum ersten Male nicht nur gelegentlich, sondern grundsätzlich als Belastung Lokomotiven mit Gegendruckbremsen gewählt, die mit dazwischen geschaltetem Mefswagen durch die Untersuchungslokomotive gezogen wurden. Diese Art der Belastung hat sich für die Verbrauchsversuche aufserordentlich gut bewährt; sie bietet völlige Unabhängigkeit von einer eigentlichen Zuglast, die möglicherweise im Güterzugverkehr nicht immer in der gewünschten Höhe von selbst anfällt, und gestattet vor allen Dingen, sich von der Steigung und dem Steigungswechsel unabhängig zu machen. Ist die Gegendruckbremse der Belastungsmaschine zunächst nicht in Tätigkeit gesetzt, so ist mit der verhältnismäfsig kleinen Last von Mefswagen und Bremslokomotive ein schnelles Anfahren möglich, so dafs die Anfahrperiode keine oder keine nennenswerte Rolle spielt, und selbst bei verhältnismäfsig kurzen Fahrten die Strecke fast völlig im Beharrungszustande zurückgelegt werden kann. Wenn es auch auf nicht zu kurzen Steigungen schon bisher bei normaler Betriebsweise möglich war, einen für die Dampfmessung zeitlich ausreichenden Beharrungszustand zu erhalten, so können doch für eine zuverlässige Messung des Kohlenverbrauchs im Beharrungszustande nur Fahrten von mehrstündiger Dauer unter gleicher Last in Frage kommen, weil für kurze Fahrten das Fehlerglied der schwer genau zu schätzenden Ausgleichskohlenmenge zu grofs ist. Wie sehr man sich dabei verschätzen kann, geht daraus hervor, dafs wir bei anderer Gelegenheit für eine kurze Fahrstrecke, auf der uns Kohlen von bekanntem Heizwert zur Verfügung standen, einmal einen Kesselwirkungsgrad von 100% rechnungsmäfsig erhalten haben. Die Belastung, ausgedrückt durch die Zugkraft am Zughaken, ist naturgemäfs um so genauer inne zu halten, je geringeren Einfluss die Schwerkraftkomponente hat, und die verbleibenden Schwankungen bei Gefällwechsel lassen sich dann durch Betätigung des Drosselventils der Gegendruckbremse noch fast völlig beseitigen. Die Güte der Messungsart mit der B lokomotive geht denn auch aus der kaum noch vorhan Streuung der einzelnen Versuchspunkte hervor, (vergl. A und 10). Für Versuche mit sehr grofsen Zugkräften, al der Reibungsgrenze von Steilrampenlokomotiven, empfieh sich häufig, trotzdem auf eine Steigungsstrecke zu gehen, für die sichere Erzeugung der sehr grofsen Zugkräfte teilweise Bestreitung aus der Schwerkraftkompo erwünscht ist, um die Gegendruckbremse geschleppten Maschine nicht übermäfsig in spruch zu nehmen.

Die Versuche auf der Strecke Probstze Rothenkirchen wurden mit geringeren Geschw keiten von 14,6 bis 17,8 km/h also in der der Reibungsgrenze unter Verwendung einer Lokomotive als Belastung ausgeführt; dabei der Dampfverbrauch der Lokomotive in Abhä keit von der Zughakenleistung bei konstante schwindigkeit festgestellt, wobei nach übl Brauch die unmittelbar erhaltenen Werte a Wagrechte umgerechnet, also die Schwer komponente der arbeitenden Lokomotive au Zughaken geschlagen wurde. Zum Teil auf dieser Strecke aber auch mit gröfserer schwindigkeiten bis zu 49 km/h gefahren, und bei möglichst konstanter Heizflächenanstren um die Charakteristik der Lokomotive, als Abhängigkeit der PS von der Fahrgeschwind bei einer gleichmäfsigen Kesselanstrengung 57 kg Dampf/m²h zu gewinnen. Die Ausw der Dampfverbrauchsversuche geschah wie in doppelter Form, einmal unter Bezugnahm die gesamte Fahrzeit und unter Einrechnung des D verbrauchs der Hilfsmaschinen, andererseits bezogen au Fahrzeit unter Dampf und unter Abzug des Pumpenda wobei der Dampfverbrauch der Luftpumpe durch Hub besonders festgestellt war, bezogen also auf die eigen Lokomotivmaschine im reinen Beharrungszustand.

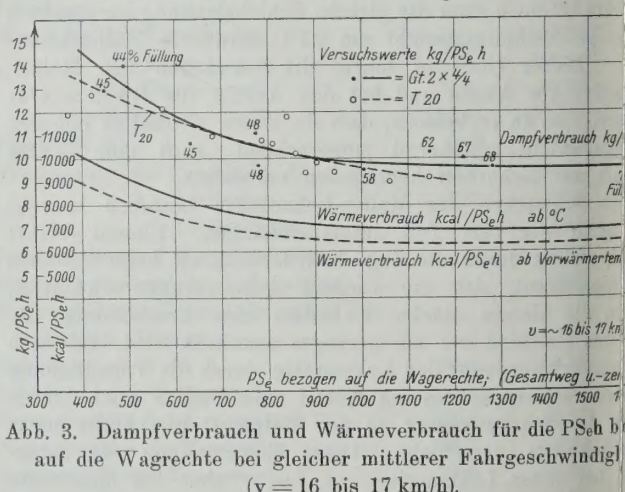
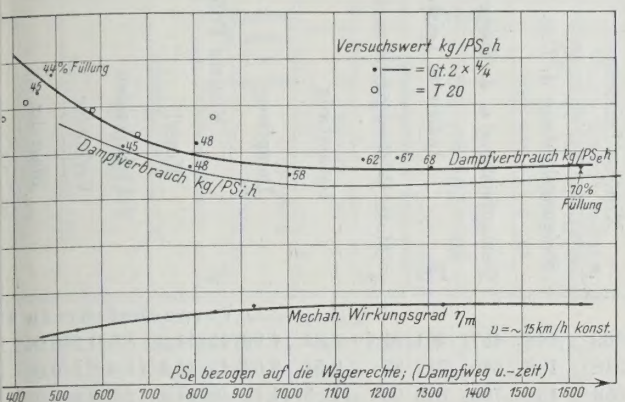


Abb. 3. Dampfverbrauch und Wärmeverbrauch für die PSeh b auf die Wagrechte bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigl (v = 16 bis 17 km/h).

Die Versuchsergebnisse sind in der Zusammenste auf Seite 234 und 235 Ziffer 1 wiedergegeben. Die erzielten l verbrauchszahlen, und zwar unter Einrechnung der Hilfsmas und auf die Gesamtfahrzeit bezogen, die sich allerdings l geringen Fahrgeschwindigkeit von der Fahrzeit unter Dampf unterscheidet, sind aus Abb. 3 zu erkennen; dabei ist nc Verbrauchskurve der T 20-Lokomotive punktiert eingeze worden. Die T 20-Lokomotive wurde bei der ent gesetzten Fahrtrichtung als Zuglokomotive benutzt, u dieser Gelegenheit die später noch zu behandelnden l

äfte der G t 96° (2 × 4/4) zu erhalten. Auf diese Weise ede Fahrtrichtung nutzbar.

In der Abb. 4 ist der Dampfverbrauch, bezogen auf die fzeit und nach Abzug der Hilfsmaschinen, also nur der lichen Lokomotivmaschine, zum Ausdruck gebracht, gleich- ist in ihr die Kurve des mechanischen Wirkungsgrades stellt. Während über den Dampfverbrauch im einzelnen,



. Dampfverbrauch — ohne Pumpen — für die PSe h und PSi h, en auf dle Wagrechte bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigkeit (v = 16 bis 17 km/h).

lso als Bruttoverbrauch nach Abb. 3 sein Minimum mit g/PSeh bei etwa 1250 PSe und für die Lokomotivmaschine nach Abb. 4 mit 9,2 kg erreicht, um dann etwa konstant eiben, später noch etwas zu sagen sein wird, sei auf die n Werte des mechanischen Wirkungsgrades gleich hier wiesen. Die Einzelwerte sind in üblicher Weise durch eich der gemessenen Zugkraft und Geschwindigkeit zu der dem Indikatordiagramm entnommenen Zugkraft erhalten; Verte streuen, wie die Abb. 4 zeigt, fast gar nicht. Sie dadurch bemerkenswert, dafs die Lokomotive trotz ihres ylindrigen Triebwerkes den Wirkungsgrad von 94% cht und damit die Erfahrung weiter bestätigt, dafs bei Werkstättenarbeit die Lokomotive allgemein trotz viel- r Kupplung oder vielteiligen Triebwerkes einen sehr hohen ungsgrad besitzt. Fast möchte man versucht sein, an igefehler zu denken, wenn hier beispielsweise bei geringer nwindigkeit nur 6% Reibungsverluste auftreten, doch wird achverhalt schon einleuchtender, wenn man bedenkt, dafs bei 24 t höchster Zugkraft die 6% einen Bewegungswiderstand Lokomotive von 1,44 t ausmachen, und auf ein mittleres stgewicht von 120 t bezogen der spezifische Lokomotiv- rstand also 12 kg/t ist. In dieser Art der Darstellung — gegenüber dem Laufwiderstand der Wagen von 2,5 kg/t er im Vergleich zur Zugkraft niedrige Lokomotivwider- schon weniger Erstaunen erregen.

In Abb. 5 sind die erreichten Temperaturen im Schieber- n und Verbinder dargestellt. Die Lokomotive erreicht nach bei 1100 PSe die gute Schieberkastentemperatur von . Der Dampf im Verbinder ist gleichfalls bei allen grösseren ungen noch nennenswert überhitzt, und selbst der Aus- ndampf weist bei sehr grofsen Leistungen noch eine Über- ng auf, so dafs in diesem Gebiet mit dem wieder etwas hmenden Wärmegefälle auch die thermische Güte der motive etwas abnimmt. Der indizierte Dampfverbrauch ist bb. 4 mit dargestellt; er ergibt sich durch Multiplikation effektiven Dampfverbrauchs mit dem Gesamtwirkungsgrad erreicht seinen unteren Scheitel bei etwa 1150 PS mit g. Das leichte Wiederansteigen ist der eben erwähnten hmenden Ausströmtemperatur bei sehr hoher Leistung zu- reiben.

In Abb. 3 sind auch die aus der Dampfverbrauchskurve abgeleiteten Kurven des Wärmeverbrauchs in kcal/PSh zum Ausdruck gebracht, und zwar einmal unter der Annahme eines Speisewassers von 0°, andererseits unter Rechnung von der Vorwärmertemperatur ab, also unter Bezugnahme auf diejenige Dampfwärme, die von der Kohle nur erzeugt zu werden braucht. Die letztere Kurve würde noch etwas günstiger liegen, wenn nicht die Speisewasser-Temperatur hinter dem Vorwärmer wegen der versehentlich eingebauten Eisen- statt Messingrohre zu wünschen übrig gelassen hätte. Nachdem bei den neueren Lokomotiven gleichzeitig die Drücke die früher häufigsten von 12 at und die Dampftemperaturen die früheren Regelwerte von 300° bis 320° nennenswert überschreiten, gehen wir neuerdings dazu über, neben dem gewichtsmäfsigen Dampfverbrauch noch die aufzuwendenden kcal/PSh als exaktes Arbeitsäquivalent (wie im ortsfesten Maschinenbau) zu ermitteln; in diesem Falle liegt der untere Scheitel auf das Kohlenäquivalent bezogen bei 6300 kcal für den Zughaken, die nun noch mit dem Kesselwirkungsgrad zu teilen sind.

Einige Fahrten dienten wie bereits angedeutet dazu, bei verschiedenen Geschwindigkeiten, aber gleichbleibender Kesselleistung die Lokomotivcharakteristik festzustellen. Als Heizflächenbelastung wurde der Wert von 57 kg m²h gewählt, der sich im Laufe der gesamten letzten Untersuchungen im allgemeinen als zweckmäfsig ergeben hatte. Die Spalte der Heizflächenbelastung zeigt, dafs es bei einer Reihe von Fahrten gelungen ist, diesem Wert so nahe zu kommen, dafs man die Umrechnung auf den genauen Wert von 57 kg/m²h im Wege der einfachen Verhältnisbildung vornehmen darf. Die Leistungscharakteristik über der Geschwindigkeit ist in den Abb. 6 und 7 dargestellt, und zwar sowohl für die indizierte wie für die effektive Leistung. Der Scheitel der Leistungscharakteristik liegt bei der effektiven Leistung über der Geschwindigkeit von 26 km/h, während er bei der indizierten Leistung bei 31 km/h liegt. Diese Differenz der günstigsten Geschwindigkeiten ist begründet in dem mit der Geschwindigkeit zunehmenden eigenen Leistungsbedarf der Lokomotive. Die Charakteristik ist verhältnismäfsig stark gewölbt und hat gegenüber der Leistung

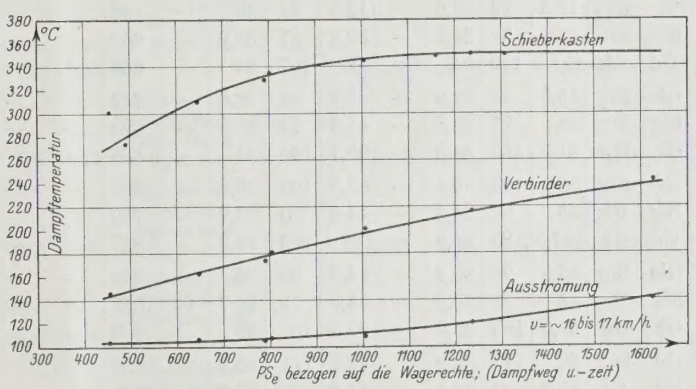


Abb. 5. Dampftemperaturen in Abhängigkeit von der eff. Leistung auf der Wagrechten bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigkeit (v = 16 bis 17 km/h).

an der Reibungsgrenze bei 12 km/h eine Pfeilhöhe von reichlich 200 PS; trotzdem wird man die Lokomotive als geeignete Steilrampenlokomotive bezeichnen können, weil die günstigste Geschwindigkeit anderer Steilrampenlokomotiven nennenswert höher liegt. Die Reibungsgeschwindigkeit selbst ist in der Weise ermittelt worden, dafs die hyperbelähnliche Zugkraftkurve mit dem Z max als einer Parallele zur Abszissenachse zum Schnitt gebracht worden ist. Dabei ist hier eine höchste Reibungsziffer von 0,19 am Radumfang zugrunde gelegt, entsprechend einer höchsten Zughakenzugkraft von 22,2 t auf

Lok.-Nr. 5773 Gt 2 × 4/4. Zusammenstellung der Versuchsfahrten

Datum	Strecke	Entfernung	Fahrzeit	Mittlere Geschwindigkeit	Mittlere Steigung	Unter Dampf				Bezogen auf Gesamtweg und -zeit in PSe			Bezogen auf Dampfweg und -zeit in PSe			Indizierte Leistung	Mech. Wirkungsgrad nach Kurve Anlage 4	Mittlere Zugkraft in t bezogen auf		Mittlere Füllung	Mittlerer Dampfdruck in atü				M U d W
						Weg	Fahrzeit	Mittlere Geschwindigkeit	Mittlere Steigung	Mittlere Leistung	Steigungsleistung d. Lok.	Gesamtleistung a. d. Ebene	Mittlere Leistung	Steigungsleistung d. Lok.	Gesamtleistung a. d. Ebene			Gesamtweg	Dampfweg		Kessel	Schieberkasten	Verbinder	Blasrohr	Rauchkammer
1926		km	Min.	km|Std.	‰	km	Min.	km|Std.	‰							PSi	%			%					
																									1. Versuchsfahrten au
13. 12.	Pb—St	13	46	17	19,2	12,6	45	16,8	19,8	302	145	447	309	148	457	561	81,4	4,84	4,99	45	14,2	8,5	1,7	0,04	24
	Pb—St	13	54	14,45	19,2	12,9	53	14,6	19,8	508	124	632	518	128	646	742	87	9,54	9,62	45	14,3	11,3	2,5	0,06	38
	Pb—St	13	50,5	15,45	19,2	12,9	50	15,5	19,8	646	132	778	653	136	789	876	90	11,35	11,44	48	14,4	12,8	2,8	0,06	55
14. 12.	Pb—St	13	51	15,3	19,2	12,9	50,5	15,3	19,8	641	131	772	647	135	802	889	90,2	11,35	11,43	48	14,5	13,2	2,9	0,08	62
	Roth—St	12	49	14,7	17,6	11,9	49	14,7	17,6	890	115	1005	890	115	1005	1081	93	16,4	16,53	58	14,5	13,4	3,6	0,11	99
15. 12.	Pb—St	13	45	17,3	19,2	12,9	44,5	17,4	19,8	1070	148	1218	1082	153	1235	1313	94	16,72	16,86	67	14,6	13,3	3,9	0,21	140
	Roth—St	12	32,5	22,1	17,6	11,9	32	22,3	17,6	1430	173	1603	1450	175	1625	—	—	17,48	17,64	70	14,8	13,4	4,3	0,33	205
	Pb—St	13	44	17,7	19,2	12,9	43,5	17,8	19,8	1130	151	1281	1150	157	1307	1391	94	17,41	17,54	68	14,4	13,2	4,0	0,19	142
16. 12.	Pb—St	13	20	39	19,2	12,8	20	38,4	19,8	976	333	1309	976	337	1313	—	—	6,78	6,88	48	14,8	13,3	3,4	0,23	164
	St—Roth	12	42	17,1	17,6	12	42	17,1	17,6	623	−134	489	623	−134	489	595	82,2	9,86	9,86	44	14	7,2	1,4	0	244
	Pb—St	13	30	26	19,2	12,9	30	26	19,8	980	222	1202	980	228	1208	—	—	10,19	10,28	45	15	13,7	3,1	0,11	84
	St—Roth	12	20	36	17,6	11,6	19,75	35,2	17,6	1300	−281	1019	1315	−276	1039	—	—	9,79	10,12	42	15,1	12,3	2,8	0,07	89
17. 12.	Pb—St	13	48	16,25	19,2	12,9	47,5	16,3	19,8	1007	139	1146	1017	144	1161	1242	93,5	16,77	16,91	62	14,9	13,9	3,7	0,15	107
	Roth—St	12	21,5	33,5	17,6	11,9	21,5	33,5	17,6	675	262	937	675	262	937	—	—	5,45	5,5	41	14	12,8	2,6	0,10	78
	Pb—St	13	24,5	31,8	19,2	12,9	24	32,3	19,8	829	272	1101	845	284	1129	—	—	7,05	7,11	42	14,7	13,6	3,1	0,12	89
	Roth—St	12	18,5	38,9	17,6	11,9	18,5	38,8	17,6	770	304	1074	770	304	1074	—	—	4,95	4,98	40	14,2	13,4	2,9	0,12	85
1927																									2. Versuchsfahrten au
5. 1.	Gd—Big	62	109	34,1	—	61,3	108	34	—	656	—	—	662	—	—	—	—	5,2	5,27	42	14,5	9,6	2,0	0,02	48
	Big—Wsn	12,5	23	32,6	—	12,3	22	33,5	—	756	—	—	790	—	—	—	—	6,29	6,39	43	14,4	11,5	2,4	0,05	67
	Wsn—Gk	33	58	34,1	—	32,2	57	33,9	—	652	—	—	664	—	—	—	—	5,17	5,3	42	14,2	8,4	1,8	0,01	36
	Gd—Gk	107,5	190	34	—	105,8	187	34	—	666	—	—	677	—	—	—	—	5,4	5,5	—	—	—	—	—	—
	Gk—Big	45,5	83	32,9	—	45,1	83	32,6	—	746	—	—	746	—	—	—	—	6,14	6,2	42	14,8	10,3	2,0	0,03	49
	Big—Dw	46	77	35,8	—	45,6	77	35,5	—	620	—	—	620	—	—	—	—	4,69	4,73	40	14,3	9,6	1,9	0,01	33
	Gk—Dw	91,5	160	34,3	—	90,7	160	34	—	685	—	—	685	—	—	—	—	5,41	5,46	—	—	—	—	—	—
6. 1.	Gd—Big	62	105	35,4	—	61,5	103	35,8	—	862	—	—	878	—	—	—	—	6,59	6,64	39	14,6	12,4	2,4	0,08	55
	Big—Gk	45,5	80	34,2	—	44,9	80	33,7	—	750	—	—	750	—	—	—	—	6,42	6,51	38	13,9	12,5	2,5	0,07	51
	Gd—Gk	107,5	185	34,9	—	106,4	183	34,9	—	837	—	—	845	—	—	—	—	6,51	6,58	—	—	—	—	—	—
	Gk—Big	45,5	90	30,4	—	44,9	90	30	—	840	—	—	840	—	—	—	—	7,52	7,62	38	14,8	13,7	2,5	0,05	49
	Big—Dw	46	75	36,8	—	45,9	75	36,7	—	1035	—	—	1035	—	—	—	—	7,63	7,65	39	14,2	13,4	2,6	0,06	66
	Gk—Dw	91,5	165	33,3	—	90,8	165	33	—	930	—	—	930	—	—	—	—	7,61	7,62	—	—	—	—	—	—
7. 1.	Gd—Big	62	113	32,9	—	61,2	111	33,1	—	1050	—	—	1070	—	—	—	—	8,66	8,78	40	14,8	14,1	2,8	0,10	78
	Bik—Gk	45,5	80	34,1	—	44,8	80	33,6	—	1190	—	—	1190	—	—	—	—	9,43	9,58	42	14,6	13,9	3,0	0,11	85
	Gd—Gk	107,5	193	33,4	—	106	191	33,3	—	1085	—	—	1095	—	—	—	—	8,8	9,11	—	—	—	—	—	—
	Gk—Bik	45,5	86	31,7	—	44,8	86	31,3	—	1165	—	—	1165	—	—	—	—	9,93	10,08	41	14,9	14,4	3,0	0,10	80
	Big—Dw	46	77	35,8	—	45,7	77	35,6	—	1365	—	—	1365	—	—	—	—	10,33	10,39	44	14,5	13,8	3,0	0,13	101
	Gk—Dw	91,5	163	33,7	—	90,5	163	33,3	—	1260	—	—	1260	—	—	—	—	10,12	10,23	—	—	—	—	—	—
8. 1.	Gd—Brk	49	88	33,4	—	47,9	88	32,6	—	1530	—	—	1330	—	—	—	—	10,78	11,03	—	—	—	—	—	—
	Brk—Big	13	25	31,2	—	12,8	25	30,7	—	1300		—	1300	—	—	—	—	11,33	11,51	45	14,6	13,9	3,1	0,15	112
	Big—Wsn	12,5	25	30	—	12,2	24	30,5	—	1350	—	—	1410	—	—	—	—	12,2	12,51	49	14,8	14,1	3,4	0,21	140
	Gd—Wsn	74,5	138	32,4	—	72,9	137	31,9	—	1330	—	—	1340*	20	1360	—	—	11,11	11,36	—	—	—	—	—	—
21. 1.	Gd—Big	62	108	34,4	—	60,8	106	34,4	—	853	—	—	870	—	—	—	—	6,72	6,86	37	14,6	13,5	2,5	0,10	61
	Bik—Gk	45,5	77	35,5	—	44,9	76	35,5	—	912	—	—	924	—	—	—	—	6,97	7,06	37	14,4	13,4	2,5	0,11	70
	Gd—Gk	107,5	185	34,9	—	105,7	182	34,9	—	880	—	—	892	—	—	—	—	6,88	6,99	—	—	—	—	—	—
	Gk—Big	45,5	88	31	—	44,8	87	30,8	—	1000	—	—	1015	—	—	—	—	8,77	8,91	39	14,9	14,3	2,7	0,12	76
	Big—Dw	46	75	36,8	—	45,8	75	36,6	—	1216	—	—	1216	—	—	—	—	8,97	9,0	41	14,6	13,8	2,9	0,14	191
	Gk—Dw	91,5	163	33,7	—	90,6	162	33,5	—	1100	—	—	1108	—	—	—	—	8,91	8,96	—	—	—	—	—	—

Pb = Probstzella. St = Steinbach. Roth = Rothenkirchen. Gd = Grunewald. Big = Belzig. Wsn = Wiesenburg. Gk = Güte
Dw = Drewitz. Brk = Brück.

htungsergebnisse. (Mefswagen 2.)

ere Temperaturen in °C							Wasser- und Brennstoffverbrauch in kg								Kohlensorte und Heizwert	Verdampfungsziffer	Dampfverbrauch der Luftpumpe	Dampf zur Maschine nach Abzug des Dampfes zur Luft- und Wasserpumpe	Dampfverbrauch pro PS_e/Std. bezogen auf die Ebene und Dampfweg und -zeit nach Abzug des Dampfes zur Luft- und Wasserpumpe	Rauchgas-Analyse in %				Luftüberschufszahl
							Verd. Heizfl. 200 m²					Rostfl. 4,25 m²												
							Wasser					Kohle												
Überhitzerkammer	HD Schieberkasten	Verbinder	ND Schieberkasten	Ausströmung	Speisewasser-Vorwärmer Eintritt	Speisewasser-Vorwärmer Austritt	im Ganzen	für 1 m² Heizfläche und Std. (Gesamtzeit)	für 1 PS_e und Std.	für 1 PS_i und Std.	Dampfverbr. pro PS_e/Std. bezogen auf die Ebene	im Ganzen	für 1 m² Rostfläche und Std. (Gesamtzeit)	für 1 PS_e und Std.			kg	kg		CO_2	CO	O_2	H_2	
Rothenkirchen—Probstzella.																								
298	301	147	143	104	14	74	4520	29,5	19,5	10,7	13,0	—	—	—		—	95	4335	12,65	12	0	7,6	0	1,55
307	311	162	157	107	16	74	6200	34	13,3	9,45	10,7	—	—	—		—	100	5880	10,3	14,6	0,8	4,4	0,4	1,26
321	329	174	169	106	14	67	6380	38	12,7	8,74	9,74	—	—	—		—	76	6174	9,4	13	0,8	6	0,3	1,39
324	335	181	176	107	14	72	7290	43	13,4	9,74	11,1	—	—	—		—	110	7040	10,4	12,5	0,2	6,9	0,2	1,48
341	345	201	196	109	13	67	7820	47,8	10,76	8,86	9,52	—	—	—		—	270	7390	9,0	14,4	1,2	3,6	0,8	1,2
348	351	216	216	120	13	70	9200	61	12,35	9,45	10,05	—	—	—		—	130	8890	9,7	14,2	0,6	4,4	0,3	1,26*
367	373	243	238	141	12	69	8290	76,5	10,70	—	9,55	—	—	—		—	100	8020	9,36	14	0,4	4,2	0,3	1,24
351	351	216	210	118	13	71	9050	61,6	10,85	8,93	9,62	—	—	—		—	115	8745	9,23	14,6	1,0	3,4	0,6	1,19*
351	361	202	194	117	7	53	4900	73,5	15,05	—	11,2	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
278	274	139	137	104	15	79	4800	34,3	(11,0)	11,52	14,0	—	—	—		—	100	4600	13,45	—	—	—	—	—
348	350	186	178	109	12	70	5620	56,2	11,5	—	9,3	—	—	—		—	65	5435	9,0	13,7	0,3	4,4	0,2	1,25*
344	341	191	188	110	14	71	2950	44,2	—	—	8,7	—	—	—		—	—	—	—	12,8	0,2	6,2	0,2	1,41
333	349	197	182	112	13	62	9450	59	11,75	9,62	10,3	—	—	—		—	370	8880	9,65	13,6	1,0	4,2	0,3	1,24*
331	331	167	161	108	10	65	3400	47,5	14,1	—	10,1	—	—	—		—	56	3274	9,76	—	—	—	—	—
333	341	179	173	110	10	63	4590	56,4	19,3	—	10,18	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
336	335	181	175	110	10	72	3470	56,3	14,6	—	10,48	—	—	—		—	42	3358	10,13	13,4	0,6	4,8	0,6	1,29*
Grunewald—Güterglück.																								
319	325	185	179	110	18	86	12700	35	10,65	—	—	—	—	—	Mischkohle vom Lager Grunewald $H_u = 7530$	—	Kein Luftverbrauch, da ohne Zug nur mit Bremslokomotive belastet.	—	—	—	—	—	—
335	334	178	171	108	13	75	2960	38,5	10,2	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
318	314	178	174	107	12	73	6580	34	(10,45)	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	22240	35	10,53	—	—	2600	193	1,23		8,55			21600	10,23	11,8	0	7,8	0,1	1,57
334	334	180	178	108	15	79	10490	38	10,18	—	—	—	—	—	Westfälische Stückkohle Zeche Holland $H_u = 7560$	—			—	—	—	—	—	—
319	317	177	177	108	15	74	8800	34,3	(11,05)	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	19290	36	10,57	—	—	2100	185	1,15		9,2			18900	10,34	12,6	0,2	6,4	0,2	1,43
334	336	186	182	108	23	80	14920	42,5	9,9	—	—	—	—	—	Mischkohle vom Lager Grunewald $H_u = 7100$	—			—	—	—	—	—	—
317	320	173	170	106	21	78	10090	37,5	(9,36)	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	25010	40,5	9,68	—	—	2785	212	1,08		9,0			24500	9,51	13,4	0,4	5,4	0,1	1,34
331	331	174	169	106	23	78	12260	40,8	9,72	—	—	—	—	—	Westfälische Stückkohle Zeche Holland $H_u = 7720$	—			—	—	—	—	—	—
337	339	189	187	109	17	72	11290	45	(8,7)	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	23550	42,8	9,22	—	—	2580	220	1,01		9,1			23080	9,02	13,4	0,2	5,6	0,1	1,35
335	338	185	182	108	24	84	18020	48	9,1	—	—	—	—	—	Westfälische Stückkohle Zeche Holland $H_u = 7760$	—			—	—	—	—	—	—
338	339	196	188	109	20	77	13310	50	(8,4)	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	31330	48,5	8,8	—	—	3270	239	0,92		9,56			32000	9,18	13,4	0,2	5,8	0,3	1,36
346	345	192	189	108	20	75	14650	51	8,78	—	—	—	—	—	Westfälische Förderkohle Zeche Carl $H_u = 7020$	—			—	—	—	—	—	—
349	349	202	201	111	23	76	14500	56,5	(8,28)	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	29150	53,5	8,52	—	—	3310	287	0,97		8,8			28550	8,34	14	0,4	5	0,3	1,30
—	—	—	—	—	—	—	17000	58	7,72	—	—	—	—	—	Westfälische Stückkohle Zeche Holland $H_u = 7730$	—			—	—	—	—	—	—
343	341	197	194	111	25	76	5220	62,6	9,6	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
361	359	211	208	116	15	72	5000	60	8,96	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	27220	59,5	8,9	—	—	3720	380	1,22		7,3			26680	8,58	13,4	1	5,2	0,5	1,32
326	324	171	166	107	20	80	**	—	—	—	—	1580	206	1,03	Lagerkohle	—			—	—	—	—	—	—	—
326	323	175	171	107	24	79	10620	—	—	—	—	1200	220	1,025	Grunewald $H_u = 7240$	—			—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2780	212	1,026		—			—	—	14	0,6	5	0,2	1,30
333	329	173	169	167	26	78	12810	43,7	8,7	—	—	—	—	—	Lagerkohle Güterglück $H_u = 7340$	—			—	—	—	—	—	—	—
337	334	189	185	109	19	75	12920	51,7	8,5	—	—	—	—	—		—			—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	25730	47,3	8,57	—	—	3250	281	1,085		7,9			25200	8,42	11,8	0,2	7,8	0,3	1,58

esselgrenze. — ** Wasserverlust durch offenen Hahn am Vorwärmer.

die Ebene bezogen. Der überhaupt beobachtete Höchstwert der Zugkraft auf die Ebene bezogen war 24 t. Bei einer Vorführungsfahrt vor dem Lokomotivausschufs am 18. 3. lag bei kräftigem Sanden die Anzeige des Zugkraftmessers im Mefswagen zwischen 20 und 21 t. Da für die Lokomotive selbst noch eine Schwerkraftkomponente von 3 t zuzuschlagen ist, so bestätigte auch diese Fahrt den Höchstwert von 24 t auf die Ebene bezogen. Das Bild der Zugkraft auf dem Mefsstreifen deutete indes schon auf eine geringfügige fortwährende Phasenverschiebung der beiden Triebwerke insofern hin, als der Zugkraftschreiber zum Teil sehr ruhig lag, um darauf wieder in schwebungsartige gröfsere Ausschläge überzugehen. Diese Erscheinung wird dadurch erklärlich, dafs sich die gegenseitige

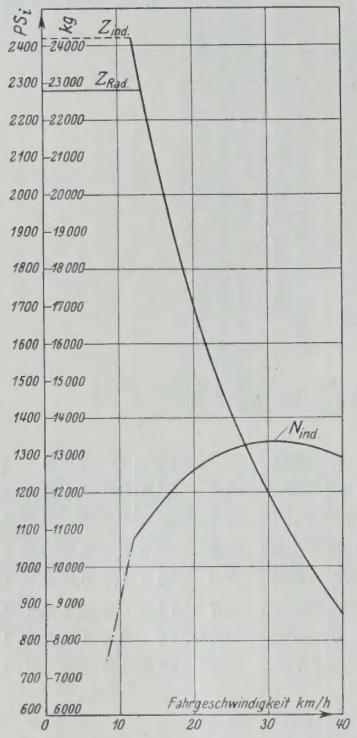


Abb. 6. Abhängigkeit der eff. Leistung und Zugkraft, bezogen auf die Wagrechte von der Fahrgeschwindigkeit bei gleicher Kesselanstrengung (57 kg/m² h).

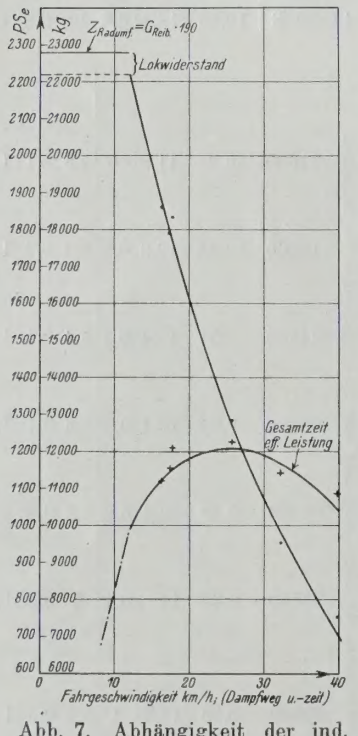
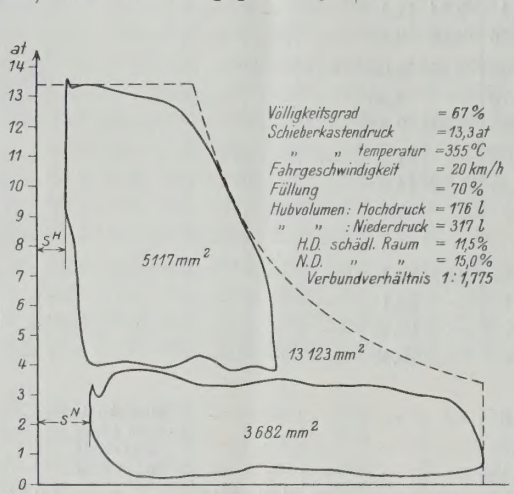


Abb. 7. Abhängigkeit der ind. Leistung und Zugkraft von der Fahrgeschwindigkeit bei gleicher Kesselanstrengung (57 kg/m² h).

bei den gewöhnlichen Lokomotiven mit nur einer Treibachsgruppe wesentlich höhere Reibungsziffern bei trockenen Schienen und



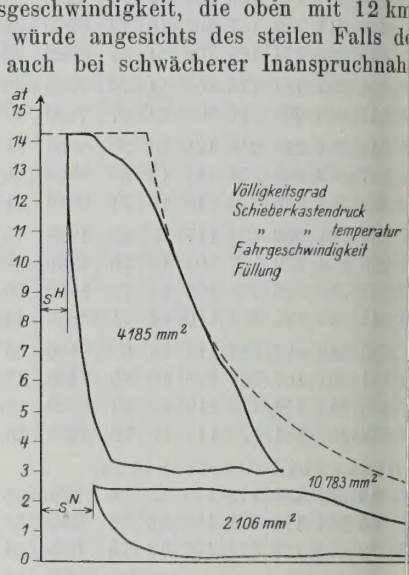


Abb. 8. Rankinisierte Dampfschaulinien der Lokomotive Gt 2 × 4/4 Nr. 5773.

Kurbelstellung der beiden Triebwerke dauernd ändert und im Falle des besonders ruhig stehenden Zugkraftmessers sich die Wellen und Täler der Tangentialdruck-Diagramme überdecken, während bei dem starken Schwanken Berg auf Berg und Tal auf Tal liegt. Daraus erhellt, dafs dieser Reibungswert der höchste ist, auf den man rechnen darf, und den man im normalen Betriebe, also bei der Zumessung des gröfsten zu befördernden Zuggewichtes lieber etwas unterschreiten sollte. Auf das Durchschnittsgewicht der Lokomotive mit 124 t bei halb aufgebrauchten Vorräten bezogen, bedeuten die 24 t Zugkraft eine Reibungsziffer von 0,193, während wir

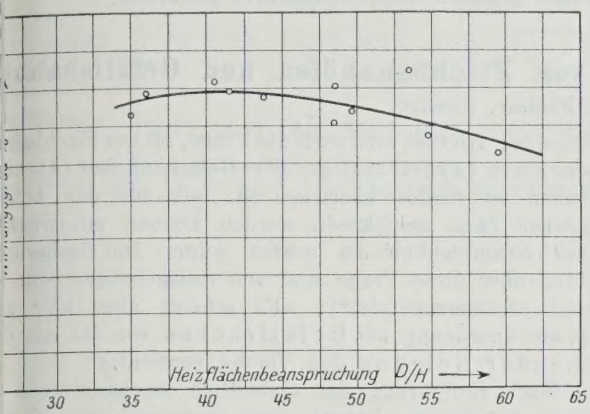
gleichzeitiger Anwendung von Sand erzielt haben; in Falle sogar bis 0,33 herauf. Die Erklärung dafür liegt Umstande, dafs völlig gleiche Zugkräfte auch jetzt noch von den beiden Zylindergruppen geleistet worden sin geht auch aus der Abb. 8 hervor, in der für grofse Zu bei 70 % Füllung im Hochdruckzylinder die Dampfdiag in rankinisierter Form dargestellt sind. Hier ist die des Hochdruckdiagramms mit 5117 mm² wesentlich grö die des Niederdruckdiagramms mit 3682 mm². Der Unte ist bei kleinen Füllungen noch erheblich gröfser, so daf dann noch die Reibungsgrenze des Hochdrucktriebwer legentlich erreicht wurde. Leider ist die Lokomotive i ursprünglichen Zustande nicht derart genauen Versuchen zogen worden, und man kann deshalb den Grad de besserung auch nicht angeben. Ein Urteil darüber, Zylinderraumverhältnis 1 : 1,78 nicht vielleicht schon e klein für die günstigsten Reibungsverhältnisse ist, ist gleichfalls z. Z. nicht möglich. Dafs eine etwas stärkere Be der Hochdruckzylinder, welche die hintere Achsgruppe an an sich richtig ist, wurde eingangs bereits erörtert.

Die Reibungsgeschwindigkeit, die oben mit 12 km genommen wurde, würde angesichts des steilen Falls d kraft-»Hyperbel« auch bei schwächerer Inanspruchnah

Reibung nicht wesentlich steigen und etwa bei 13 oder liegen. Will man also das grofse Reibungsgewicht der Loko ausnutzen, so sind mit Rücksicht eben auf die Schieben Geschwindigkeiten von nicht wesentlich über 14 km/h erv Die Zuglokomotiven mit besonderem Tender (G 10-Lok und später die Einheitslokomotive) haben zwar höher Reibungsgeschwindigkeiten, doch wird man davon kei brauch machen, um die Schiebemaschine nicht in ihrer Z zu schädigen.

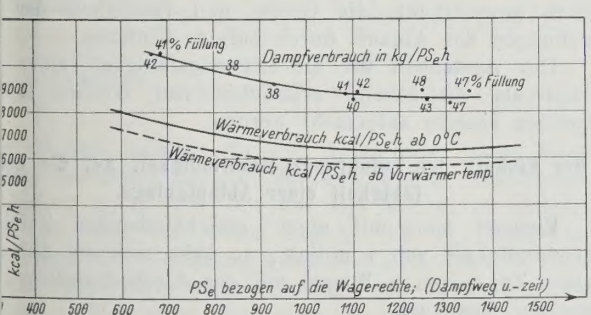
Die zweite grofse Versuchsreihe fand auf der Strec Güterglück statt, und zwar bei einer planmäfsigen Geschwi von 35 km/h, die sich mit verhältnismäfsig kleinen Abwei vermöge der guten Regelfähigkeit mit der Gegendruc ziemlich genau innehalten liefs. Die Ergebnisse sind in sammenstellung auf Seite 234 und 235 Ziffer 2 zum Ausdr bracht, die besonderes Interesse deshalb bietet, weil es h ersten Male durch den stundenlang währenden Beharrungs ermöglicht worden ist, die Streckenfahrten auch gleichze Ermittlung des Kesselwirkungsgrades heranzuziehen, fü Feststellung wir bisher auf Standversuche angewiesen war diesem Grunde sind auch von den jeweils verfeuerten Ko Analysen genommen und aus ihnen dann der Kesselwirku errechnet. Er ist in Abb. 9 dargestellt und ist bemerk durch die Höhenlage seines Scheitels mit 79 % ohne den Vor

ge des Scheitels selbst erscheint bei 40 kg spezifischer henbelastung allerdings im Vergleich zu der entsprechen- kungsgradkurve der neuen Einheitsschnellzuglokomotiven, h bis unterhalb 30 kg/m²h ansteigt, etwas auffällig. ıd noch zu wenig η-Kurven für Lokomotivkessel bekannt, enüber den langen Beharrungsfahrten an der Stichhaltig- gezeigten Kurve zweifeln zu dürfen. Die Wirkungs- sind die höchsten bisher bei Lokomotiv- n beobachteten.



9. Kesselwirkungsgrad der bayer. Gt 2 × 4/4 Lokomotive.

ıch bei diesen Versuchsfahrten sind wiederum die Dampf- chskurven aufgenommen worden; sie sind in der Abb. 10 egeben und liegen tiefer als bei den ersterwähnten. ıeuter Beweis dafür, dafs die Geschwindigkeitszunahme aft auf den Dampfverbrauch einwirkt, indem die Lässig- luste kleiner sind, sowohl wegen der geringeren Zeit des ıubs als auch wegen des kleineren Druckunterschiedes, eser Gewinn offenbar mehr ausmacht als der Einfluſs osselung. In Abb. 10 ist dann auch noch der Wärme- ıch für die PS_eh mit und ohne Vorwärmer dargestellt, inen unteren Scheitel diesmal bei 5700 cal aufweist. r allgemeinen Eigenschaft des mit der Geschwindigkeit enden spezifischen Dampfverbrauchs ist man aber bei teilrampenlokomotive nicht in der Lage, Gebrauch zu , und man muſs sich mit diesem kleinen Nachteil schon n. Für die Rampengeschwindigkeiten bedeuten übrigens 00 kcal für die PS_eh, wenn man sie mit dem zugehörigen virkungsgrad von 0,73 verbindet, einen Kalorienverbrauch ghaken von 8630 kcal, ein Wert, der selbst hier bei eilrampenlokomotive günstiger ist, als man ihn häufig Dampflokomotive angegeben findet.



0. Dampfverbrauch und Wärmeverbrauch einschl. Pumpen PS_eh, bezogen auf die Wagrechte bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigkeit (35 km/h).

Eine letzte Versuchsreihe endlich bezog sich auf die Wirkung egendruckbremse; wie bereits erwähnt, konnten diese he bei der jeweiligen Talfahrt in Verbindung mit der T 20-Lokomotive erhalten werden, so dafs die Versuchsreihe keinen besonderen Zeitaufwand erforderte. Bei der Gt 2 × 4/4 kann man die Gegendruckbremse so handhaben, dafs man die Verbundmaschine auch als zweistufigen Kompressor laufen läfst; man kann aber auch, indem man die schluckfähigen Druck- ausgleichventile der einen oder anderen Zylindergruppe ein- schaltet, nur jeweils eine Zylindergruppe wirksam sein lassen. (Beide Druckausgleichventilgruppen gleichzeitig einzuschalten, hat keinen Sinn, da dann die Bremswirkung fortfällt.) Aus diesem Grunde sind in Abb. 11, worin die Brems- kurven als Beziehung zwischen abzubremsender Zuglast und Gefällverhältnis wiedergegeben sind, die Drücke als Para- meter der einzelnen Kurven als resultierender Schieber- kastendrücke p = p Hoch- druck + 1,78 p Niederdruck zu den Kurven angegeben. Auf diese Weise ist ein nun allerdings auf die kleineren Zylinder bezogener Schieber- kastendruck möglich, der selbst höher als der Kesseldruck ist, während es sich tatsächlich um eine nicht übermäfsige Beanspruchung der Reibung handelt. Da sich für den Loko- motivführer keine Möglichkeit bietet, diesen resultierenden Druck unmittelbar zu beob- achten, so bremst er in der Regel bei geöffnetem Nieder- druckausgleich mit den Hoch- druckzylindern allein, deren Schieberkastendruck er am Schieberkastenmanometer ab- zulesen vermag. Hierfür gilt dann die Abb. 12, derzufolge die Lokomotive bei 25 km/h Geschwindigkeit, bei der diese Kurven aufgenommen sind und im Steigungsverhältnis von 25 ‰ noch selbst bei etwa halber Kesselspannung 300 t Zuglast abzubremsen vermag. Als höchste (umgerechnete) Zuglast bei zweistufiger Kom- pression erscheinen in der Kurvenschar der vorangehenden Abbildung sogar 517 t.

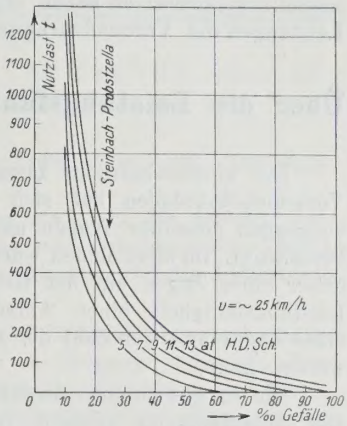


Abb. 11. Mit der Gegendruck- bremse auf verschiedenen Gefällen bei verschiedenen reduz. Schieber- kastendrücken mit gleichförmiger Fahrgeschwindigkeit abgesenkte Zuggewichte (v = ~ 25 km/h).

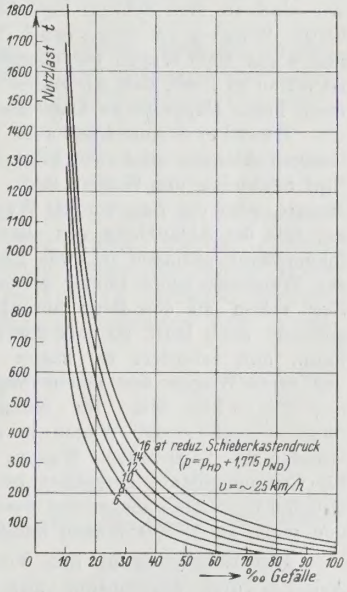


Abb. 12. Mit der Gegendruck- bremse bei geöffnetem N. D.- Druckausgleich auf verschie- denen Gefällen bei verschiedenen Drücken im H. D.-Schieberkasten mit gleichförmiger Fahrgeschwin- digkeit abgesenkte Zuggewichte (v = ~ 25 km/h).

Zusammenfassend wäre folgendes zu sagen:

Die Gt 2 × 4/4 - Loko- motive in ihrer umgebauten Form genügt allen Ansprüchen, die man hinsichtlich der Wärme- wirtschaft an eine Steilrampenlokomotive stellen kann. Sie ist in ihrem mechanischen Wirkungsgrad trotz ihres vielteiligen Trieb- werks den Regellokomotiven ebenbürtig und gestattet, mit dem nunmehr angewendeten Zylinderraumverhältnis eine wenn auch nicht ebenso gute spezifische Ausnutzung des Reibungsgewichtes wie eine gewöhnliche Lokomotive, so doch eine genügend hohe Reibungsziffer inne zu halten, um gegenüber der T 20-Lokomotive mit 30 t geringerem Reibungsgewicht einen nennenswerten

Zuwachs an Zughakenzugkraft zu haben. Der Kessel ist angesichts seines Wirkunggrades und der Dampftemperatur von 350° sogar als recht gut gelungen zu bezeichnen; wesentlich höhere Überhitzungen bringen bei Maschinen mit verhältnismäfsig grofsen Füllungen keinen Vorteil mehr. Daraus, dafs die Lokomotive durch ihre Verbundwirkung einen thermischen Vorteil vor der T 20-Lokomotive nicht besitzt, ist ein Vorwurf nicht zu erheben. Die Versuche mit den beiden Einheitsschnellzuglokomotiven haben ergeben, dafs im Gebiet der hohen Leistungen die Verbundwirkung einen Vorteil bis zu etwa 5% bringt, dagegen im Gebiet der kleinen und mittleren Leist die Ersparnisse sogar ins Negative umschlagen, so daf ein durchschlagender Vorteil der Verbundwirkung auch nicht eingetreten ist. Bei einer gelenkigen Mallet-Loko ist gleichwohl die Verbundwirkung deshalb berechtigt, man gelenkige Rohrleitungen höchstens für den Verbinde zu haben braucht, statt der schwer dicht zu erhaltende weglichen Hochdruckleitung. Im ganzen hat die Loko durch den Umbau erheblich gewonnen. Sie ist die an Zu grofste deutsche Tenderlokomotive geworden.

Über die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnh

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **Frohne**, Dresden.

Die wissenschaftliche Behandlung der Ablaufanlagen von Verschiebebahnhöfen hat sich überwiegend mit den Ablaufvorgängen einzelner Wagen und sich folgender Wagengruppen beschäftigt. Im allgemeinen wurde angenommen, dafs die Ablaufdauer eines Zuges aus der Gruppenfolgezeit und die tägliche Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage aus der Ablaufdauer eines Zuges und der Zahl der Züge genügend genau errechnet werden kann.

Die so gewonnenen Ansichten über die Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen weichen ziemlich stark voneinander ab. Sieht man von älteren Angaben in der Literatur ab, so sind als neuere Ansichten die von Blum und Bäseler anzuführen. Blum schreibt*):

„Es ist also zu prüfen, ob die ‚einfache Ablaufanlage' nicht noch wesentlich in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden kann. Diese Frage ist nach den vorliegenden Tatsachen zu bejahen und wir sind zu dem Schlufs berechtigt, dafs sich eine Leistung von 6000 Wagen je Berg und Tag wird erzielen lassen; Cauer hält sogar 8000 Wagen für möglich. Aber die Zahl von 6000 Wagen ist schon so hoch, dafs wir selbst an den stärkst belasteten Punkten dann keine Doppelberge brauchen.

Bäselers Ansichten über die Leistungsfähigkeit des zwanglaufigen Ablaufs sind wie folgt zusammengefafst**): „Wenn alle fünf Sekunden ein Wagen läuft, so sind das zwölf Wagen in der Minute, oder ein Zug von 60 Wagen in fünf Minuten. Nehmen wir an, dafs der Ablaufberg von allen störenden Fahrten, auch der Zuglokomotiven entlastet ist, was man durch entsprechende Ausbildung der Weichenanlagen immer erreichen kann, und dafs der nächste Zug schon an den Berg herangedrückt wird, wenn der vorhergehende noch läuft, so dafs das Ablaufgeschäft sofort weitergehen kann, und erfordert es, sagen wir, $2^1/_2$ Min. Zwischenzeit, bis der erste Wagen des neuen Zuges drankommt, so braucht man $5 + 2^1/_2 = 7^1/_2$ Min. für einen Zug; oder man leistet acht Züge $= 8 \times 60 = 480$ Wagen in der Stunde, oder in 20 Betriebsstunden $20 \times 480 = 9600$ Wagen. Da hierbei noch kein Zeitgewinn für Gruppenabläufe gerechnet ist, und auch die vier Überschufsstunden im Notfall ausgenutzt werden können, sind Spitzenleistungen von mehr als 10000 Wagen möglich."

Die Erfahrungen, die Verfasser auf Grund eingehender Arbeits- und Zeitstudien auf verschiedenen Verschiebebahnhöfen gemacht hat, lassen es als fraglich erscheinen, ob — auch bei weitgehendster Mechanisierung des Ablaufs — in absehbarer Zeit mit derartigen Zahlen gerechnet werden kann. Obwohl viele, namentlich die in der Hauptsache theoretisch arbeitenden Fachkollegen, diese Zweifel nicht teilen werden, dürfte es doch richtig sein, wenn die wertvollen und unbedingt notwendigen Einzelablaufuntersuchungen durch genaue, alle betrieblichen Verhältnisse und Schwierigkeiten berücksichtigende Untersuchungen über die Gesamtleistungsfähigkeit von Ablaufanlagen ergänzt werden, da diese für den Betriebsleiter mafsgebend ist. Hierbei wird auch die Frage, ob der Flachbahnh Eselsrücken (Abdrückanlage) dem Gefällsbahnhof (Abrolla wirklich so restlos überlegen ist, wie aus der Ablau einzelner Züge geschlossen werden könnte, mit wissens licher Gründlichkeit zu prüfen sein. Die bisherige sichten über diese Frage sind von mafsgebender Seite i Urteil zusammengefafst*): »Es scheint aber klar zu dafs die Anordnung mit Gefällrücken vor der mit du gehender Neigung den Vorzug verdient.«

Nach Einführung der einheitlich mechanisierten A anlage in Hamm konnte zum erstenmal die Zufüh geschwindigkeit auf einer Abdrückanlage von im Mittel 0,8 m/Sek. auf 1,5 m/Sek. gesteigert werden. Bei Zuführungsgeschwindigkeit sinkt die Ablaufzeit eines 60-W zuges von etwa 11,9 Min. auf etwa 6,3 Min. Wir Ablaufzeit eines Zuges geringer, so kann die Zah ablaufenden Züge und damit die Gesamtleistung einer A anlage unter sonst gleichen Verhältnissen gröfser werden. erste für die Leistungsfähigkeit einer Ab anlage mafsgebende Gröfse ist also die du schnittliche Zuführungsgeschwindigkeit zusehen. Die Leistungen werden weiter davon abh sein, nach welcher Zeit ein Ablaufzug dem vorhergeh folgen kann, d. h. also von der Pause zwischen dem A zweier Züge. Neben der Gröfse dieser Pausen ist auch Anzahl von Einflufs; diese wird um so gröfser sein, je l die einzelnen Ablaufzüge sind. Als zweite und d mafsgebende Gröfse für die Leistungsfähigkeit eine laufanlage sind also die notwendige Zwischen zwischen dem Ablauf zweier Züge und die durchsch liche Stärke der Ablaufzüge anzusehen. Als viert Leistungsfähigkeit entscheidend beeinflussende Gröfse ist sc lich die Zeitdauer anzusehen, die in 24 Stunde den eigentlichen Ablauf zur Verfügung steht, anders ausgedrückt, die Gröfse und Häufigkeit der U brechungen des Ablaufs durch äufsere Einflüsse.

Die vorstehend für die Leistungsfähigkeit einer A anlage als mafsgebend erkannten vier Gröfsen solle folgenden einzeln untersucht werden.

I. Der Einflufs der Zuführungsgeschwindigkeit auf die Leis fähigkeit einer Ablaufanlage.

Rechnet man mit einer gleichbleibenden Zuführ geschwindigkeit von v m/Sek., so läfst sich die Ablauf t eines Zuges von n Wagen mit der durchschnittlichen l l aus der Gleichung

$$t = \frac{n\,l}{v}$$

berechnen. Die Ablaufdauer nimmt also mit zunehm Zuführungsgeschwindigkeit nicht in einer geraden Linie, so

*) Eisenbahnwesen, Sonderausgabe der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1925, S. 225 „Verschiebebahnhöfe" von Prof. Dr. Blum, Hannover.

**) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 12 vom 30. Juni 1926, Seite 226 „Ziele und Wege der Verschiebetechnik" von Reichsbahnrat Dr. Ing. W. Bäseler, München.

*) Verkehrstechnische Woche, Heft 37 vom 15. Sept 1926, Vorwort vom Generaldirektor der Deutschen Reichs Gesellschaft Dr. Dorpmüller, Berlin.

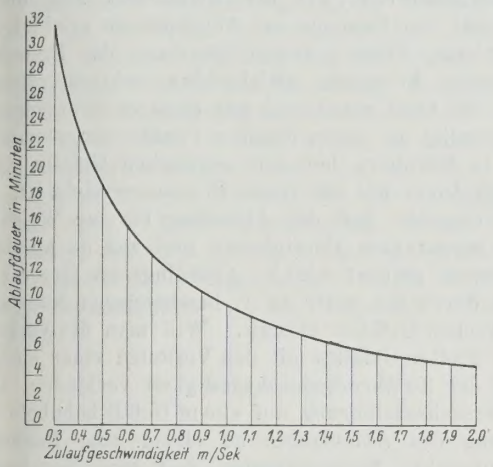
Hyperbel ab. Diese Feststellung ist besonders wichtig, an sich die Frage vorlegt, bis zu welcher Höhe die ngsgeschwindigkeit gesteigert werden kann.

Zusammenstellung 1 sind die Ablaufzeiten in Minuten n 60 Wagen starken Zug bei einer durchschnittlichen inge von 9,50 m und einer Zuführungsgeschwindigkeit bis 2,0 m/Sek. angegeben.

Zusammenstellung 1.

führungs-windigkeit m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
laufdauer Min.	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9,50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00	4,75

se Werte sind in Textabb. 1 zeichnerisch aufgetragen.



Ablaufzeiten in Minuten für einen 60 Wagen starken Zug r durchschnittlichen Wagenlänge von 9,5 m und einer Zuführungsgeschwindigkeit von 0,3 bis 2,0 m/Sek.

s Textabb. 1 geht deutlich hervor, dafs die Steigerung der ngsgeschwindigkeit nur bis zu einer gewissen Grenze he Bedeutung hat, da der Gewinn an Ablaufzeit bei nder Zuführungsgeschwindigkeit immer geringer wird, Zusammenstellung 2 hervorgeht.

Zusammenstellung 2.

führungs-windigkeit m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
laufdauer Min.	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9,50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00	4,75
n an Ablaufzeit Min.	7,92	4,75	3,17	2,26	1,69	1,32	1,06	0,86	0,72	0,61	0,52	0,46	0,39	0,35	0,31	0,28	0,25	

n erkennt, dafs es für die Ablaufdauer eines Zuges fster Bedeutung ist, die durchschnittliche Zuführungsndigkeit z. B. von 0,4 auf 0,5 m/Sek. zu steigern 4,75 Min. bei jedem Zuge). Es ist jedoch unh, wenn die Zuführungsgeschwindigkeit von 1,4 auf Sek. gesteigert wird (Gewinn nur 0,46 Min. bei Zuge). Man wird sich also im jedem Falle fragen ob die Nachteile, die eine Erhöhung der Zuführungsndigkeit mit sich bringt, auch durch einen entsprechenden ausgeglichen werden.

f die Zuführungsgeschwindigkeit einer gut unterhaltenen nlage ist von entscheidendem Einflufs:

1. die Stärke der die Zuführungsgeschwindigkeit erden Kraft,
2. die Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit,
3. die Zerlegung des Zuges in einzelne Ablaufgruppen,
4. die Vorflut.

Zu 1. Die zur Erzielung der Zuführungsgeschwindigkeit notwendige Kraft wird auf Flachbahnhöfen durch Druckmaschinen erzeugt. Auf die Beziehungen zwischen Stärke der Druckmaschinen, Gewicht der Züge und Profil der Ablaufgleise sowie auf die neueren Vorschläge von Derikartz (Ersatz der Druckmaschine durch eine ortsfeste Anlage) soll unter Hinweis auf die Literatur*) nicht näher eingegangen werden.

Auf Gefällsbahnhöfen wird die Zuführungsgeschwindigkeit durch die Abtriebkraft des in Neigung stehenden Zuggewichtes erzeugt. Für die richtige Durchbildung des Längenprofils der Ablaufgleise auf Gefällsbahnhöfen fehlen in der Literatur eingehendere Untersuchungen. Die Schwierigkeit auf Gefällsbahnhöfen liegt darin, die Ablaufzüge in Gang zu bringen. Dies zeigt sich namentlich im Winter, wenn bei starker Kälte und unzweckmäfsigem Achsenöl die innere Reibung sehr grofs wird. In den Textabb. 2 bis 6 sind die Längenprofile der Ablaufgleise der gröfseren deutschen Gefällsbahnhöfe zusammengestellt.

Die Textabb. 2 bis 6 lassen erkennen, dafs die durchschnittliche Neigung 1 : 100 beträgt. Auf mehreren Bahnhöfen (Dresden-Friedrichstadt vor dem Umbau, Nürnberg, Chemnitz-Hilberdorf) ist die durchgehende Neigung 1 : 100 nicht bis an das Ende der Ablaufgleise durchgeführt, sondern es sind zum Teil aus örtlichen Rücksichten, zum Teil auch aus falscher Sparsamkeit die Ablaufgleise nach dem Ende zu in flachere Neigung, ja sogar in Gegenneigung gelegt worden. Diese Anordnung hat während des gröfsten Teiles des Jahres keine nachteilige Bedeutung, da der in Neigung stehende vordere Zugteil den in der flacheren Neigung stehenden Teil in der Regel mit abzieht. Sehr nachteilig kann sich dagegen die flachere Neigung oder das Gegengefälle im Winter auswirken, wie z. Z. die Ausführungen von Wöhrl beweisen**). Wöhrl verlangt, »um eine Wiederholung der — besonders in dem strengen Winter 1921/22 in Nürnberg aufgetretenen — aufserordentlichen Schwierigkeiten hintanzuhalten«, für einen Gefällsbahnhof »zwei Entwurfsbearbeitungen — die eine für reine Gefällsarbeit, die zweite für Lokomotivarbeit.« Die von Wöhrl

*) Verzeichnis der deutschen Literatur über Verschiebebahnhöfe 1926 von Reichsbahnrat Fr. Wagner.

**) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1925, Heft 14, Seite 288 „Grenzen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe durch Anwendung mechanischer Einrichtungen (moderne Rangiertechnik)“ von Reichsbahnoberrat A. Wöhrl, Nürnberg.

beobachteten Schwierigkeiten wurden auf den sächsischen Gefällsbahnhöfen bei weitem nicht in dem in Nürnberg aufgetretenen Umfange festgestellt. Dies dürfte in erster Linie auf die günstigere Profilgestaltung der Ablaufgleise zurückzuführen sein; die durchschnittliche Neigung der Ablaufgleise und damit auch die Abtriebkraft der Züge ist gröfser. Für die Ausbildung der Neigung der Ablaufgleise auf Gefällsbahnhöfen bieten sich also zwei Möglichkeiten: entweder man wählt die Neigung so grofs, dafs auch unter ungünstigen Verhältnissen ein sicheres Ingangsetzen der Züge eintritt und bremst die nach dem Ingangsetzen überschüssige Abtriebkraft laufend ab, oder man wählt die Neigung so, dafs nur verhältnismäfsig wenig Abtriebkraft laufend abgebremst werden mufs und für das Ingangsetzen eine Zusatzkraft verwendet wird. Ob man dafür, wie Wöhrl vorschlägt, Lokomotiven wählt oder ob man nicht besser auf eine ortsfeste Anlage zukommt, wäre zu untersuchen. Auf jeden Fall dürfte es notwendig sein, um die bei jedem Ablauf eintretenden Anfangszeitverluste zu verringern, im Gegensatz zu Chemnitz-Hilbersdorf den letzten Teil der Ablaufgleise in eine stärkere Neigung als 1:100 zu legen — wenigstens, wenn es ohne wesentliche Mehrkosten durchführbar ist. Hierdurch ist eine schnellere Überwindung der Anfangswiderstände gewährleistet.

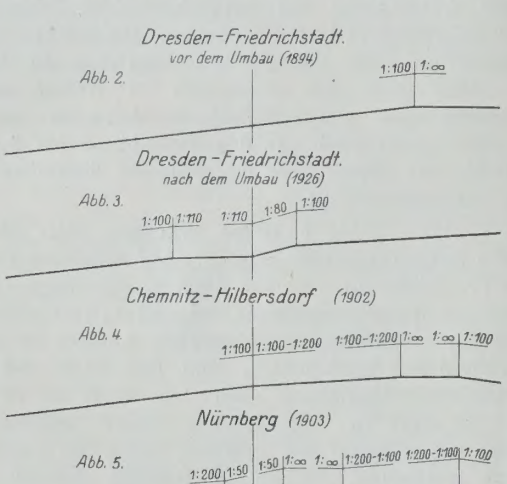


Abb. 2 bis 6. Längenprofile der Ablaufgleise von Gefällsbahnhöfen.

Zu 2. Die Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit erfolgt auf Flachbahnhöfen durch die Druckmaschine, die ihre Aufträge durch das Ablaufsignal (Signal X des Signalbuches) erhält. In neuerer Zeit ist man auf einigen Bahnhöfen dazu übergegangen, die Befehle vom Ablaufmeister an den Führer der Druckmaschine durch Fernsprecher oder Funkanlage zu übertragen. Diese Verbesserung erscheint dort zweckmäfsig, wo beabsichtigt wird, die Zuführungsgeschwindigkeit je nach der Stärke der ablaufenden Gruppen zu wechseln. Ein merkbarer Gewinn an Ablaufzeit wird jedoch nur auf solchen Bahnhöfen eintreten, wo die durchschnittliche Gruppenstärke starken Schwankungen unterworfen ist. Auf Bahnhöfen mit geringer durchschnittlicher Gruppenstärke wird der in Hamm beschrittene Weg, die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit durch Anwendung geeigneter Deutageschwindigkeitsmesser auf einer unveränderlichen Höhe zu halten, geeigneter sein.

Auf Gefällsbahnhöfen wird die Abtriebkraft die auf dem Ablaufzug verteilt sitzenden Bremser ge Für die Zahl der Bremser gibt es auf den verschiedenen höfen Erfahrungswerte, die von der Neigung der Ablauf dem durchschnittlichen Gewicht der Ablaufzüge und ganzen Reihe von sonstigen Einflüssen, so z. B. der schnittlichen Windrichtung, der Gleislage und dergl. me hängen. Für Neigungen von 1:100 und Zuggewichte zw 800 und 1000 t sind mindestens drei Bremser erford um den Zug sicher in der Gewalt zu behalten. Es ist weiteres klar, dafs eine derartige Regelung der Zufüh geschwindigkeit an mehreren Punkten des Zuges grofse teile mit sich bringt. Da der in Neigung abrollend ohne entsprechende Abbremsung in gleichmäfsig beschle Bewegung ablaufen würde, müssen die Bremsen dauernd angezogen bleiben. Die Bremskraft ist nun je nac Gewichtsverminderung, die der ablaufende Zug durc freien Ablauf von Gruppen am Abrollpunkte erleidet, d zu vermindern. Diese ständige Regelung der Bremskr bei mehreren Bremsern gleichmäfsig schlechterdings möglich. Sie kann annähernd nur dann erreicht werden die Abbremsung an einem einzigen Punkte vorgenommen wie dies in Nürnberg bei dem schwachen Gefälle dur setzung des Zuges mit nur einem Bremser erreicht ist. (ist es gleichgültig, dafs der Ablaufzug bis zur Weiche von dem sogenannten Hereinlasser und von da an dur Schlufsbremser geführt wird.) Allerdings ist dieser Vo Nürnberg durch die unter zu 1. beschriebenen Nachteil sehr schwachen Gefälles erkauft. Will man die Vorteil genügend grofsen Gefälles mit den Vorteilen einer einhei Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit verbinden, so die als Versuchsausführung auf einem Gefällsbahnhofe g Aufhängung des Ablaufzuges an einem vom Rangier am Ablaufpunkte ferngesteuerten Seil zum Nachlasse geeignete Lösung sein. Wenn darüber hinaus noch ei legung der Ablaufzüge vor Beginn des Ablaufs — w einzelnen Flachbahnhöfen — erreicht werden soll, so grofse Zulaufbremsen am Ende der einzelnen Ablaufglei gebaut werden. Die bisherigen Untersuchungen nach Richtung hin ergaben neben grofsen technischen Sch keiten so erhebliche Anlage- und Betriebskosten, dafs di schaftlichkeit fraglich erscheint.

Zu 3. Das Zerlegen der Ablaufzüge in Gruppen geschieht vor dem Ablaufpunkte durch den soge Loshänger, der mit einer Gabel oder einer Stange die »langgehängte Kuppelung« herauswirft. Je feiner zerlegt werden mufs, um so gröfser wird die Arbeit Loshänger. Dies führt bei sehr weitgehender Zerleg weit, dafs das Loshängen für die Zuführungsgeschwin überhaupt bestimmend ist. Durch die in letzter Ze geführte Verstärkung der Kuppelung wird die Zerleg erschwert. In vielen Fällen ist bei zu geringer We Zughakens ein Herauswerfen der Kupplung mit der Gab Stange überhaupt nicht möglich. In solchen Fälle der Zug ganz zum Halten gebracht und von Hand ent werden.

Auf einigen Flachbahnhöfen haben diese Sch keiten dazu geführt, die Züge bereits vor Beginn des A durch die sogenannten Lockerhänger in die einzelnen G zu zerlegen, eine Mafsnahme, ohne die in Hamm eine durch liche Zuführungsgeschwindigkeit von 1,5 m wohl niemals reichen gewesen wäre. Die vorzeitige Zerlegung eines zuges in Einzelgruppen ist nur auf Flachbahnhöfen wo die Gleise nach dem Abrollpunkte zu ansteigen. auch hier vom Sicherheitsstandpunkte aus nicht unbed Der Zug befindet sich nicht mehr in der Hand des Lok führers. Beim Überfahren der Haltstellung des Ablau

eim Versagen der Fernsprech- oder Funkanlage kommen n Stillstand der Lokomotive immer noch weitere Gruppen blauf, was bei Unfällen unter Umständen sehr nach- ein kann. Aufserdem ist ein Zurückziehen des Zuges mehr möglich. Immerhin dürften jedoch diese Nach- n Vergleich zu den grofsen Vorteilen, die der Wegfall rlegungsarbeit während des Ablaufes eines Zuges mit ingt, in Kauf zu nehmen sein.

uf Gefällsbahnhöfen mit durchgehender Neigung blaufgleise ist eine vorherige Zerlegung des Zuges in e Gruppen nicht möglich. Hier mufs an dem oben ebenen Verfahren des Loshängens der Kuppelung am unkte festgehalten werden.

s ist nach den obigen Darlegungen wohl ohne weiteres afs das Zerlegen des Ablaufzuges nur bis zu einer ge- Geschwindigkeit noch sicher möglich ist, wie auch nach- le rechnerische Begründung ergibt. Beobachtungen er- dafs man für einen Trennungsvorgang (Abnehmen der von der Schulter, Auflegen auf den Puffer, Einstecken Kuppelung, Warten auf Stauchung, Herauswerfen der ung und Wiederaufschultern der Gabel) mit einer Zeit- von $z_0 = 6$ Sek. rechnen mufs. Je nach der Gröfse führungsgeschwindigkeit hat sich in dieser Zeit der ne gewisse Strecke bewegt, die der Losgabler wieder gehen mufs. Dieses Zurückgehen erfolgt mit einer indigkeit von $v_0 = 0{,}8$ bis 1,0 m/Sek., so dafs man bei durchschnittlichen Wagenlänge $l = 9{,}50$ m die zulässige ungsgeschwindigkeit v_x aus folgender Gleichung er- kann:

$$\frac{l}{v_x} = z_0 + \frac{z_0 v_x}{v_0}.$$

s folgt:

$$v_x = -\frac{v_0}{2} + \sqrt{\frac{4 l v_0 + v_0^2 z_0}{4 z_0}}.$$

ür $l = 9{,}50$ m, $z_0 = 6$ Sek., $v_0 = 1$ m/Sek. ergibt sich ögliche Zuführungsgeschwindigkeit v_x von 0,85 m/Sek. ngünstiger werden die Verhältnisse bei kürzeren Wagen, längeren Zerlegungszeit und einer kleineren Geschwindig- r das Zurückgehen. Nimmt man $l = 6{,}50$ m $z_0 = 8$ Sek. $v_0 = 0{,}8$ m/Sek., so darf die mögliche Zuführungs- indigkeit nur 0,50 m/Sek. betragen. Hieraus geht deut- ervor, in wie entscheidender Weise die Zuführungs- indigkeit durch die Loshängearbeit beeinflufst wird. Bei Wagen und einer Zuführungsgeschwindigkeit von z. B. ek. ist der Loshänger nicht mehr in der Lage, bis zu Standorte bei der vorhergehenden Trennung zurück- men. Der Standort des Loshängers wird sich bei Bahn- mit festem Ablaufpunkt immer weiter nach dem Abroll- zu verschieben, so dafs schliefslich die Zuführungs- indigkeit stark vermindert oder der Zug ganz zum gebracht werden mufs, um dem Losgabler Zeit zu wieder eine entsprechende Strecke zurückzulaufen. Auf n mit beweglichem Ablaufpunkte verschiebt sich der punkt immer mehr talwärts, so dafs er schliefslich un- ar vor den ersten Verteilungsweichen liegt und der unterbrochen werden mufs.

Wenn diese Wechselbeziehungen zwischen der eigentlichen ungsarbeit und der Zuführungsgeschwindigkeit bisher in rstehend beschriebenen Deutlichkeit noch nicht in Er- ung getreten sind, so ist dies eben darauf zurückzuführen, uf den Verschiebebahnhöfen einmal die durchschnittliche ungsgeschwindigkeit dem mittleren Arbeitstempo des Los- s angepafst ist und zum anderen, dafs in vielen Zügen e Gruppen vorkommen, die es dem Loshänger möglich n, eine bestimmte Strecke bergwärts zurückzugehen.

Der grofse Einflufs, den eine weitgehende Zerlegung der Züge auf die Gesamtleistung einer Ablaufanlage hat, soll noch an einem der Praxis entnommenen Beispiele kurz dargelegt werden:

Auf der in Textabb. 7 schematisch skizzierten Ablaufanlage wurden ursprünglich die Züge in den Ablaufgleisen nur nach den vier Hauptgruppen I, II, III und IV getrennt.

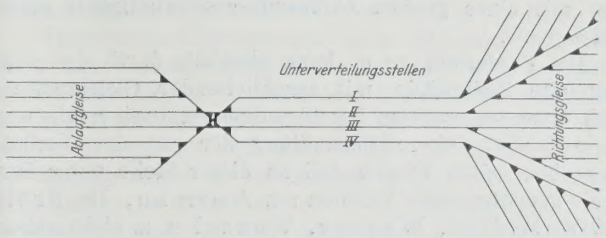


Abb. 7. Ablaufanlage mit Unterverteilungsstellen.

Die Zerlegungsarbeit war gering und die Zuführungsgeschwindigkeit verhältnismäfsig grofs, zumal auch trotz der geringen Neigung der Ablauframpe Schlechtläufer kaum in Erscheinung traten, weil sich die Laufunterschiede bei den in einer Gruppe laufenden Wagen gut ausgleichen. In den sogenannten Unterverteilungsstellen I, II, III und IV wurden die ankommenden Gruppen wieder angehalten und nach den einzelnen Richtungsgleisen »fein« zerlegt. Das Bestreben, den Ablaufbetrieb wirtschaftlicher zu gestalten, führte zur Auflösung der Unterverteilungsstellen und damit zum Aufgeben des sogenannten Gruppenablaufs und zur sofortigen Feinzerlegung auf dem Ablaufberge. Hierdurch wurde zwar eine gröfsere Wirtschaftlichkeit erzielt, da die in den Unterverteilungsstellen tätigen Mannschaften eingezogen werden konnten, aber die gesamte Leistungsfähigkeit der Ablaufanlage sank auf dem einen Bahnhof um etwa 10% und auf dem anderen Bahnhof sogar um etwa 20%, weil das Mehr an Zerlegungsarbeit von 50 bis 60% von dem Loshänger bei der ursprünglichen Zuführungsgeschwindigkeit nicht mehr bewältigt werden konnte, und weil nunmehr die Laufunterschiede der einzelnen Wagen, namentlich bei Gegenwind, stärker in Erscheinung traten. Auch aus diesem Beispiele geht deutlich hervor, dafs bei weitgehender Zerlegung die Arbeit des Loshängers von mafsgebendem Einflusse auf die Zuführungsgeschwindigkeit und damit auf die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage ist.

Zu 4. Die Untersuchung der Vorflut nimmt bei der bisherigen wissenschaftlichen Behandlung der Ablaufanlagen den breitesten Raum ein.

Die Vorflut soll drei Forderungen erfüllen:

a) Sie soll mindestens so grofs sein (und braucht nur so grofs zu sein!), dafs die durch die Zuführungsgeschwindigkeit erreichbare Leistung des Ablaufberges mit Sicherheit abfliefsen kann.

b) Sie soll ermöglichen, den Raumabstand zwischen zwei sich folgenden Wagengruppen im Bereiche der Verteilungsweichen so zu vergröfsern, dafs die Verteilungsweichen unter Wahrung der notwendigen Sicherungen noch umgestellt werden können.

c) Sie soll die Laufunterschiede zwischen sich folgenden Wagengruppen nicht fühlbar in Erscheinung treten lassen.

Die Forderung zu a) läfst erkennen, dafs auch für die Vorflut die Zuführungsgeschwindigkeit die bestimmende Gröfse ist. Zunächst mufs bei einer Ablaufanlage geklärt sein, mit welcher Zuführungsgeschwindigheit auf Grund der Überlegungen zu 1., 2. und 3. gearbeitet werden kann und soll, und erst dann sollte die Frage der Vorflut behandelt werden. Bei einem derartigen Vorgehen wird man davor bewahrt bleiben, die Forderungen an die Neigung der Ablauframpe, die Umstellzeit der Verteilungsweichen, die notwendige Verzögerung in

den Gleisbremsen und u. U. auch die Besetzung der einzelnen Posten zu hochzuschrauben.

Die Forderung zu b) wird durch Einschaltung eines Steilgefälles mit anschliefsenden Gleisbremsen erreicht. Es ist ohne weiteres klar, dafs diese Bedingung bei einer geringeren Zuführungsgeschwindigkeit und dem dadurch an sich grofsen Raumabstand der einzelnen Wagen leichter erfüllt werden kann, als wenn mit einer grofsen Zuführungsgeschwindigkeit gerechnet werden mufs.

Die Forderung zu c) kann ebenfalls durch das unter b) behandelte Steilgefälle mit anschliefsender Gleisbremse oder durch einen sogenannten Beschleunigungsantrieb erfüllt werden.

Auf die weitere Behandlung der mit der Vorflut zusammenhängenden Fragen soll an dieser Stelle unter Hinweis auf die grundlegenden Arbeiten von Ammann, Dr. Frölich, Prof. W. Müller, Wagner, Wenzel u. a. nicht näher eingegangen werden. Es ist nur davor zu warnen, die Vorflut allein für die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage als mafsgebend anzusehen. (Vergl. hierzu die weiteren Ausführungen in Abschnitt II bis IV.)

Das Ergebnis dieses Abschnittes kann wie folgt zusammengefafst werden:

1. Die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage wird durch die Zuführungsgeschwindigkeit bestimmt.
2. Die Ablaufdauer eines Zuges sinkt mit wachsender Zuführungsgeschwindigkeit; Veränderungen in der Zuführungsgeschwindigkeit wirken sich jedoch um so weniger aus, je gröfser die Zuführungsgeschwindigkeit wird.
3. Die Gröfse der Zuführungsgeschwindigkeit ist abhängig:
   a) von der Stärke der Druck- bzw. Abtriebkraft,
   b) von der Regelung der Druck- bzw. Abtriebskraft,
   c) von der Zerlegungsarbeit,
   d) von der Vorflut.
4. Der Einflufs der Stärke und der Regelung der Druckkraft auf die Zuführungsgeschwindigkeit ist auf Gefällsbahnhöfen gröfser als auf Flachbahnhöfen, da auf diesen in der Drucklokomotive eine Kraftquelle zur Verfügung steht, die sich den wechselnden Anforderungen leicht anpassen läfst.
5. Das Zerlegen eines Zuges beeinflufst die Zuführungsgeschwindigkeit entscheidend, wenn die durchschnittliche Gruppenstärke des Zuges gering ist.
6. Die Neigung der Ablauframpe ist so zu wählen, dafs die bei einer als notwendig und erreichbar erkannten Zuführungsgeschwindigkeit möglichen Leistungen glatt abfliefsen können.

II. Der Einflufs der Zwischenzeiten auf die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage.

Zwischen je zwei ablaufenden Zügen liegt eine gewisse Zeitspanne, die »Zwischenzeit«. Hierbei ist unter Zwischenzeit nur die betrieblich mindestens notwendige Zeit zwischen dem Ablaufe des letzten Wagens eines Zuges und dem des ersten Wagens des folgenden Zuges, nicht aber die Unterbrechung des Ablaufs z. B. durch einfahrende Züge, wegfahrende Zugmaschinen, Beidrücken in den Richtungsgleisen, Essenspausen, mangelnder Zulauf oder dergl. mehr zu verstehen.

Die Zwischenzeit ist wesentlich von der Grundrifsgestaltung und von der betrieblichen Organisation abhängig. Für die folgenden Überlegungen soll angenommen werden, dafs die betriebliche Leitung und Überwachung einwandfrei ist, die Zwischenzeiten nur das unbedingt notwendige Mafs

In bezug auf die Grundrifsgestaltung mufs ma Fälle unterscheiden:

a) Der Abrollpunkt liegt innerhalb der Ablaufgleise abb. 8),
b) der Abrollpunkt liegt in einem Verbindungsgleis z Ablauf- und Richtungsgleisgruppe (Textabb. 9).

Theoretisch läfst sich ohne Berücksichtigung der Wirtsch keit für beide Fälle eine Betriebsführung konstruier einen ununterbrochenen Ablauf gestattet. In der Pra unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit sind Zw zeiten jedoch nicht vermeidbar.

Auf Flachbahnhöfen mit Eselsrücken ist die rifslösung a) heute aufgegeben. Die zunehmende steil staltung der Ablauframpe würde immer mehr dazu füh Verteilungsweichen in die Steilrampe und in die Ausru bogen zu legen, was vom Standpunkte der Sicherheit und haltung Nachteile bringt, die eine Bevorzugung der Lö gerechtfertigt erscheinen lassen. Nur Derikartz neuerer Zeit in Verbindung mit seinem ortsfesten Antr Lösung a) wieder aufgegriffen*).

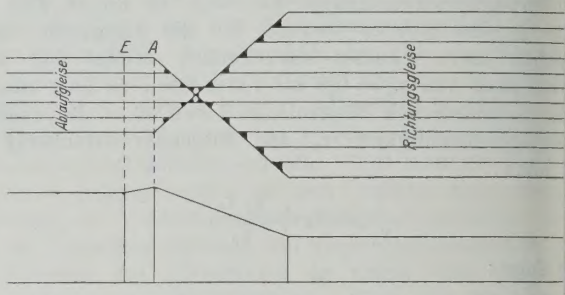


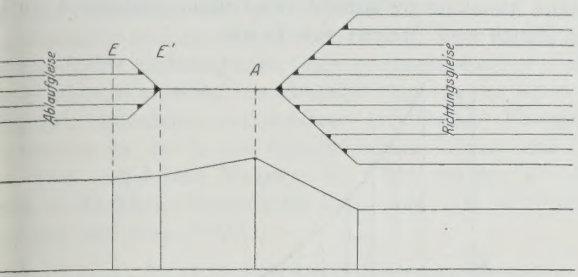
Abb. 8. Grundrifs und Längsprofil einer Ablaufanla mit dem Abrollpunkt innerhalb der Ablaufgleise.

Bei Grundrifslösung a) (Textabb. 8) wird der Zug mi ersten Wagen E in seiner bestimmten Entfernung vom punkte A entfernt stehen, für die man etwa 80 m an kann. Man kann damit rechnen, dafs nach dem Abrol letzten Wagens zur Umstellung der Weichen, zur Abg Signals für den Beginn des Abdrückens des nächste und zur Aufnahme und Ausführung des dadurch ge Auftrages durch den Drucklokomotivführer etwa 1,5 M gehen. Als Fahrzeit für die Strecke E bis A mufs n einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 0,6 mindestens 2 Min. rechnen, so dafs die Zwischenzeit b wendung von mindestens zwei Druckmaschinen etwa 3 bis betragen wird. Ist nur eine Druckmaschine vorhan erhöht sich die Zwischenzeit um die Fahrzeit der M vom Abrollpunkte bis zum Ansetzen an den nächste wofür je nach der Anlage 4 bis 8 Min. in Ansatz zu bring

Die gleichen Überlegungen gelten für die Grundrifslö (Textabb. 9). Hier wären beim Vorhandensein von zwei maschinen die gleichen Zwischenzeiten von 3 bis 4 Mi nehmen, wenn während des Abdrückens eines Zuges der Zug schon bis zum Punkte E' vorgefahren werden Diese — vielfach gemachte — Annahme trifft in der täglich nur in wenigen Fällen zu, weil die betriebliche hältnisse selten so günstig liegen, dafs in jeder Häl Einfahrgruppe ständig mindestens ein Zug abdrückberei Man mufs also im Durchschnitt damit rechnen, dafs di vom Punkte E aus bis zum Abrollpunkte A herangeführt

*) Verkehrstechn. Woche 1926, Heft 37, S. 484 „Esel oder Auffahrrampe?“ („Beitrag zur Frage der Mechanisieru Rationalisierung der Umbildungsarbeit“) von Reg.-Baurat Derikartz, Koblenz.

n. In solchen Fällen mufs bei Verwendung von mindestens Druckmaschinen mit einer Zwischenzeit von 4 bis 7 Min. bei Verwendung von nur einer Druckmaschine je nach nlage und dem Fahrplan mit 8 bis 15 Min. gerechnet n.



9. Grundrifs und Längsprofil einer Ablaufanlage mit dem punkt in einem Verbindungsgleis zwischen Ablauf- und Richtungsgleisgruppe.

Auf Gefällsbahnhöfen ist die Zwischenzeit zwischen Abläufen wesentlich geringer als auf Flachbahnhöfen, da ruckmaschinen fehlen.

Bei den sächsischen Gefällsbahnhöfen ist die Grundrifs- g a) (Textabb. 8) vorherrschend. Durch eingehende Zeit- n wurde die Zwischenzeit hier im Durchschnitt zu 0,7 ,0 Min. festgestellt.

Auf dem nach Lösung b) (Textabb. 9) gebauten Gefällsbahn- Nürnberg soll — theoretisch — ein Zeitverlust für henzeit überhaupt nicht eintreten, weil die Betriebsführung dacht ist, dafs die sich folgenden Ablaufzüge aneinander elt werden und somit der Ablauf im ununterbrochenen e stattfinden kann. Örtliche Beobachtungen lassen jedoch nen, dafs das Anfädeln nur in wenigen Fällen ohne Zeit- t möglich ist. Die Geschwindigkeit des nachfolgenden mufs beim Nachlassen zum Anfädeln gröfser sein als die blaufenden Zuges, um den Abstand, der im ungünstigsten = E bis E', zu überwinden. Da nun ein Aufstofsen an etzten Wagen des vorhergehenden Zuges unbedingt zu iden ist, mufs diese gröfsere Zuführungsgeschwindigkeit ugenblick des Anfädelns bis auf die des vorhergehenden Zuges herabgemindert sein. Es ist ohne weiteres klar, dafs ein derartig genaues Arbeiten im laufenden Betriebe ausgeschlossen ist. Selbst wenn eine sichtbare Unterbrechung des Ablaufs nicht zu bemerken ist, tritt eine Zwischenzeit in verschleierter Form dadurch ein, dafs die letzten Wagen des ersten Zuges und die ersten Wagen des folgenden Zuges langsamer ablaufen. Man wird auch bei diesem Bahnhof mit einer durchschnittlichen Zwischenzeit von 1 Min. rechnen müssen.

Vorstehende Überlegungen lassen erkennen, dafs Zwischenzeiten auf Verschiebebahnhöfen praktisch unvermeidbar sind. Die Grenzen liegen je nach dem System und nach der vorhandenen Grundrifslösung sowie der Zahl der eingesetzten Druckmaschinen zwischen 0,7 und 15 Min. Untersucht man nun den Einflufs dieser Zwischenzeiten t_o auf die Leistung einer Ablaufanlage im Zeitabschnitte T, so ergibt sich die Zahl der mit einer durchschnittlichen Ablaufdauer t abgelaufenen Züge L zu

$$L = \frac{T}{t + t_o}.$$

Unter Berücksichtigung des auf Seite 4 errechneten Wertes

$$t = \frac{n\,l}{v},$$

wobei n = Zahl der Wagen,
l = im Durchschnitt auf einen Wagen entfallende Länge in m
und v = Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.
war, ergibt sich

$$L = \frac{T}{\frac{n\,l}{v} + t_o} = \frac{T\,v}{n\,l + t_o\,v}.$$

Hieraus folgt, dafs mit zunehmender Zuführungsgeschwindigkeit die Leistung einer Ablaufanlage nur bei $t_o = 0$, also ohne Zwischenzeiten gradlinig anwächst. Sind Zwischenzeiten t_o vorhanden, so wirken sich diese bei zunehmender Zuführungsgeschwindigkeit immer ungünstiger auf die Gesamtleistung aus.

In Zusammenstellung 3 sind die stündlichen Leistungen einer Ablaufanlage in Zügen bei Annahme von 60 Wagen

usammenstellung 3. Leistungsfähigkeit (in Zügen) einer Ablaufanlage in 1 Stunde. Zusammenstellung der Leistungswerte. Zugstärke = 60 Wagen. (Durchschnittliche Wagenlänge = 9,50 m, Länge des Zuges = 570 m.)

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuführungs- eschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ablaufdauer in Sekunden	1900,0	1425,0	1140,0	950,0	814 3	712,5	633,3	570,0	518,2	475,0	438,5	407,1	380,0	356,3	335,3	316,7	300,0	285,0
Ablaufdauer in Minuten	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9 50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00	4,75
Zwischenzeiten in Minuten																		
0	1,89	2,53	3,16	3,79	4,42	5,05	5,68	6,32	6,94	7,58	8,21	8,84	9,48	10,10	10,73	11,36	12,00	12,63
1	1,84	2,42	3,00	3,57	4,12	4,66	5,19	5,71	6,22	6,73	7,22	7,70	8,19	8,65	9,10	9,55	10,00	10,43
2	1,78	2,33	2,86	3.37	3,85	4,32	4,78	5,22	5,64	6,05	6,44	6,83	7,20	7,56	7,91	8,24	8,57	8,89
3	1,73	2,24	2 73	3,19	3,62	4,03	4,42	4,80	5,15	5,49	5,82	6,13	6,43	6,71	6,98	7,25	7,50	7,74
4	1,68	2,16	2.61	3.03	3,41	3,78	4,12	4,44	4,75	5,03	5,31	5,56	5,81	6,04	6,26	6,47	6,67	6,86
5	1,64	2,09	2,50	2,88	3,23	3,55	3,86	4.14	4,40	4,64	4,87	5,09	5,30	5,48	5,67	5,84	6,00	6,15
6	1,59	2,02	2,40	2,75	3,07	3,36	3,62	3,87	4,10	4,31	4,51	4,69	4,87	5,03	5,18	5,32	5,45	5,58
7	1,55	1,95	2,31	2,63	2,92	3,18	3,42	3.64	3,84	4,02	4,19	4,35	4,50	4,64	4,77	4,89	5,00	5,11
8	1,51	1.89	2.22	2.52	2,78	3,02	3,23	3,43	3,61	3,77	3,92	4,06	4.19	4,30	4,42	4,52	4,62	4.71
9	1,48	1,83	2,14	2.42	2,66	2,87	3,07	3.24	3,40	3,55	3,68	3,80	3,91	4,02	4,11	4,20	4,29	4,36
10	1,44	1,78	2.07	2,32	2,55	2.74	2,92	3,08	3,22	3,35	3,47	3,57	3,67	3.76	3,85	3,93	4,00	4,07
11	1,41	1,73	2,00	2,24	2,44	2,62	2,78	2,93	3,05	3,17	3,28	3,37	3,46	3,54	3,62	3,69	3,75	3,81
12	1,37	1,68	1,94	2,16	2.35	2,51	2,66	2,79	2.91	3,01	3,11	3,19	3,27	3,34	3,41	3,47	3,53	3,58
13	1,34	1.63	1,88	2,08	2,26	2,41	2,55	2,67	2,77	2,87	2,95	3,03	3,10	3,17	3,23	3,28	3,33	3,38
14	1,31	1,59	1.82	2,01	2,18	2 32	2,44	2,55	2,65	2,74	2,82	2,89	2,95	3,01	3,06	3,11	3,16	3,20
15	1,29	1,55	1,76	1,95	2,10	2,23	2,35	2,45	2,54	2,62	2,69	2,75	2,81	2,87	2,91	2,96	3,00	3,04

starken Zügen mit 9,50 m durchschnittlicher Wagenlänge bei Zwischenzeiten von 0 bis 15 Min. und einer von 0,3 bis 2,0 m/Sek. steigenden Zuführungsgeschwindigkeit errechnet.

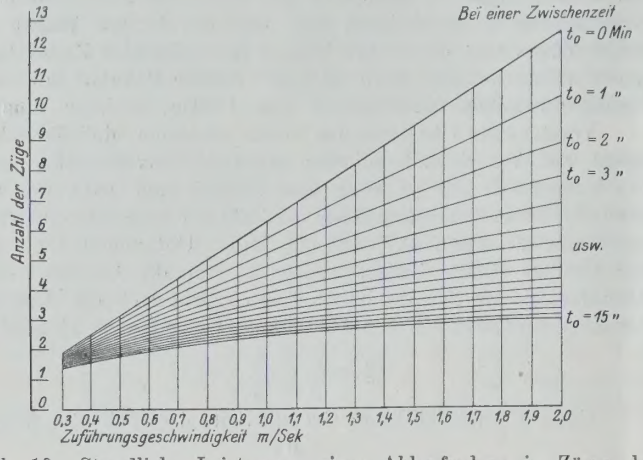


Abb. 10. Stündliche Leistungen einer Ablaufanlage in Zügen bei Annahme von 60 Wagen starken Zügen mit 9,50 m durchschnittlicher Wagenlänge bei Zwischenzeiten von 0 bis 15 Min. und Zuführungsgeschwindigkeit von 0,3 bis 2,0 m/Sek.

Die Werte der Zusammenstellung 3 sind in Textabb. 10 zeichnerisch aufgetragen. Aus dieser geht mit überzeugender Deutlichkeit hervor, welche entscheidende Rolle die Zwischenzeit spielt. Die gleichen Leistungen z. B. von fünf Zügen in 1 Std. können bei einer Zwischenzeit von nur 1 Min. schon mit einer Zuführungsgeschwindigkeit von 0,86 m/Sek. erreicht werden, während bei einer Zwischenzeit von 5 Min. bereits eine Zuführungsgeschwindigkeit von 1,36 m/Sek. erforderlich ist, und bei gröfseren Zwischenzeiten die erstrebte Leistung mit einer innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen liegenden Zuführungsgeschwindigkeit überhaupt nicht mehr erreichbar ist.

Zusammenstellung 3 läfst ferner erkennen, dafs der Einfluſs der Zunahme der Zwischenzeit um 1 Min. auf die Leistungsfähigkeit um so geringer wird, je gröfser die Zwischenzeit an sich ist. Vergl. auch Textabb. 11.

Man erkennt, dafs eine Änderung der Zwischenzeit gröfsere Bedeutung hat, je kleiner die Zwischenzeit an sich Während ein Anwachsen der Zwischenzeit von 1 auf 2 eine Leistungsminderung von 49 v. H. eines Zuges = 30 W bringt, hat ein Anwachsen der Zwischenzeit von 14 auf 15 nur eine Abnahme der stündlichen Leistungsfähigkeit von 10 eines Zuges = 6 Wagen zur Folge.

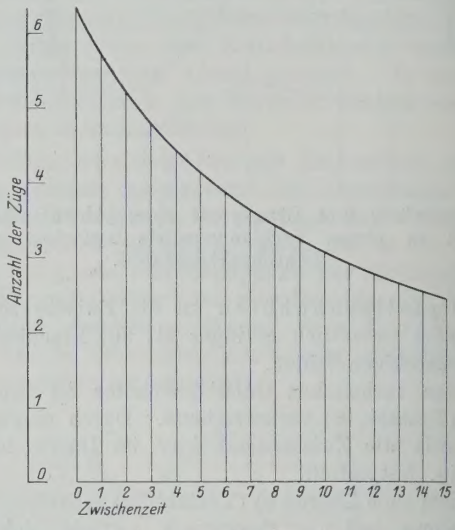


Abb. 11. Leistungsverminderung bei Zunahme der Zwischenze je 1 Min. (Zuführungsgeschwindigkeit = 1,0 m/Sek., Zugstärke = 60 Wagen.)

Zusammenfassend kann gesagt werden, der Einfluſs der Zwischenzeit auf die Leistu fähigkeit einer Ablaufanlage aufserordent grofs ist. Die Zwischenzeit wirkt sich um so günstiger aus, je mehr die Zuführungsgesch digkeit anwächst. Veränderungen in der Zwische sind von um so gröfserer Bedeutung, je kle die Zwischenzeit an sich ist. (Schluſs fol

Der Bahnhof Markham der Illinois Central-Eisenbahn.

Von Geh. Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf.

Etwa 37 km südlich von Chicago hat die Illinois Central-Eisenbahn zwischen Harvey und Homewood bei Hazelcrest einen grofsen Verschiebebahnhof errichtet, der den gesamten Güterverkehr dieser Eisenbahn über Chicago aufnehmen und so die Anlagen im Innern der Stadt entlasten soll. Zu Ehren ihres Präsidenten hat sie ihn Markham genannt. Geplant war dieser Bahnhof zwar bereits im Jahre 1907, es dauerte aber noch bis 1917, ehe die Genehmigung zu seinem Bau erlangt wurde, und im März 1926 wurde seine Gleisgruppe für die nach Norden fahrenden Züge in Betrieb genommen. Schon aus diesen Zeitangaben ist ersichtlich, dafs dem Bau sorgfältige Vorarbeiten vorausgegangen sind; er verkörpert die neuesten Anschauungen, die auf dem Gebiete des Baus und Betriebs von Verschiebebahnhöfen unter mafsgebenden Fachleuten der Vereinigten Staaten heute herrschen, und es lohnt daher, sich mit seinen Anlagen des näheren zu beschäftigen.

Ehe man sich entschlofs, Gelände für einen neuen Verschiebebahnhof zu erwerben, war eingehend erörtert worden, ob man nicht bestehende Anlagen umbauen solle; man kam dabei aber zur Ablehnung derartiger Pläne. Es wurde deshalb an der schon bezeichneten Stelle eine Fläche von 263 ha erworben, um auf ihr den neuen Bahnhof zu errichten. Die Baustelle wurde deshalb gewählt, weil sie noch südlich von den Stellen liegt, an denen die Illinois Central-Eisenbahn Süden kommende Güterwagen an andere, in Chicago einmün Eisenbahnen abgibt, also verlorene Bewegungen der Über wagen durch ihre Aussonderung in Markham ausgesc wurden. Aufserdem liegt der neue Bahnhof so, dafs nac allgemeinen Einführung elektrischer Zugförderung im V verkehr von Chicago, die im Gange ist, die Fernzü Markham ihre Dampflokomotive gegen eine elektrische umtau und so rauchfrei in Chicago einfahren können.

Der ganze Bahnhof (Abb. 1) liegt im Auftrag mit Aus eines kurzen Einschnitts am Südende. Der Höhenunter des sanft ansteigenden Geländes zwischen seinen beiden beträgt etwa 15 m. Zur Herstellung der Bahnhofsfläc richtiger Höhe waren etwa vier Millionen Kubikmeter M zu schütten, von denen etwa eine Million aus einer Seit nahme in der Nähe herrührt. Der gröfste Teil der Schi besteht aus Sand, der in den Dünen von Indiana gew wurde. Auch Abraummassen, Bauschutt u. dergl. aus C und Umgegend wurden beim Bau des Bahnhofs Markha untergebracht. Die gröfste Höhe der Schüttung beträgt 8,

Der Bahnhof Markham besteht aus zwei selbstä Einheiten: einer Anlage für den Verkehr nach Norden nach Chicago zu, und einer Anlage für den Verkehr

. In der letztgenannten Richtung herrscht der Verkehr
eren Wagen vor; er macht 60 v. H. des Gesamtverkehrs
im übrigen wird in dieser Richtung meist Stück- und
; versandt. In der Gegenrichtung bringt der gröfsere
les Wageneingangs Kohle; dieser Verkehr macht etwa
H. der Gesamtmenge aus; die übrigen 45 v. H. sind
lz, Getreide und andere Güter. Unter den Gütern, die
rkham in der Richtung nach Chicago umgeschlagen werden,
uch zahlreiche leicht verderbliche Sendungen, deren Be-
ng Eile erfordert; ein weiterer erheblicher Bestandteil
Verkehrs ist wie in der Gegenrichtung Eilgut, und dazu
en noch erhebliche Mengen Öl. Ein in der Richtung
ärts in Markham einlaufender Zug bringt im allgemeinen
Ladung von etwa 3500 t.

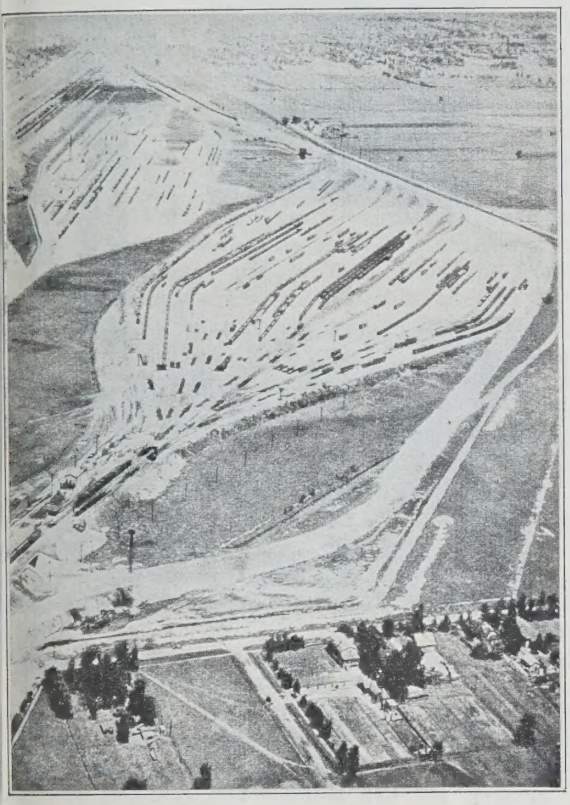


Abb. 1. Bahnhof Markham (Luftbild).

Die beiden Einheiten, die den Bahnhof Markham bilden,
ien ihrerseits wieder aus je drei Teilen: der Gruppe der
hrgleise, den Ordnungsgleisen und der Gruppe der Aus-
leise. Die beiden Bahnhofseinheiten liegen in der Quer-
ng nebeneinander, mit ihren einzelnen Gruppen etwas
einander verschoben. Zwischen beiden sind eine Anzahl
zum Abstellen beschädigter Wagen und die Anlagen zum
dsetzen derartiger Wagen angeordnet.
Der für den Verkehr nach Norden bestimmte Bahnhofsteil,
vie schon erwähnt, am 8. März 1926 in Betrieb genommen
en ist, ist so gebaut, dafs die Wagen ihn ohne Umkehr
laufen. Der ankommende Zug wird von seiner Lokomotive
en Einfahrgleisen abgestellt, worauf ihn eine Bahnhofs-
otive über den Eselsrücken drückt. Über eine Wage
lend, gelangen die Güterwagen in die Ordnungsgleise, von
e durch eine Bahnhofslokomotive den Ausfahrgleisen zu-
rt werden, um dort nach Erledigung der Abfertigungs-
ten von der Lokomotive übernommen zu werden, die sie
ler freien Strecke weiterbefördert.
Die Einfahrgruppe dieses Bahnhofsteils besteht aus zwölf
en, von denen die einzelnen Stränge je 90 bis 110, alle zusammen 1040 Wagen aufnehmen können. Die Möglichkeit, die Zahl der Gleise auf 18, die Zahl der hier unterzubringenden Wagen dadurch auf 1660 zu steigern, ist vorgesehen. Neben diesen Gleisen befindet sich eine kleine Anlage von fünf Gleisen für je 40 Wagen, die, von Chicago eingehend, in derselben Richtung wieder ausfahren müssen.

Die Einfahrgleise laufen in der Richtung auf den Eselsrücken in eine zweigleisige Weichenstrafse zusammen. Während auf dem einen dieser Gleise ein Zug auf den Eselsrücken gedrückt wird, kann im anderen die Lokomotive eines unterdessen eingetroffenen Güterzugs nach den Lokomotivanlagen gelangen; sie braucht also nicht zu warten, bis der ablaufende Zug die Weichenstrafse der Einfahrgleise frei gemacht hat. Beide Bewegungen gehen unabhängig voneinander vor sich. Von dieser Einrichtung verspricht man sich besonderen Erfolg für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs.

Der Eselsrücken ist verstellbar; er kann um 30 cm gehoben werden. Ungefähr 30 m von seiner Mitte entfernt ist eine die Wagengewichte selbsttätig aufzeichnende Wage von 18,3 m Länge mit einer Leistung bis 150 t eingebaut. Nach der Wage zu fällt das Ablaufgleis auf 10,7 m Länge unter 1:31 (3,25 v. H.), woraus sich eine Höchstgeschwindigkeit von 11,3 km in der Stunde beim Überfahren der Wage ergibt. Zwischen der Wage und dem Ende der Ordnungsgleise liegt eine Strecke von 915 m. Die Gefälle sind so berechnet, dafs ohne den Gebrauch von Gleisbremsen die Wagen mit etwa 19 km Stundengeschwindigkeit am Ende der Ordnungsgleise ankommen würden. Die Wage liegt in einem 25 m langen Gefälle 1:100; dann setzt ein Gefälle von 1:33 auf 29 m Länge ein. Die nächsten 56,4 m fallen unter 1:62,5 (1,6 v. H.); dann ist das Gefälle auf 13,7 m Länge wieder auf 1:100 abgemildert, um hierauf aber wieder in 1:77 (1,3 v. H.) auf 24,3 m Länge überzugehen. Dann folgen weitere Gefällstrecken von 1:100 auf 21,35 m, 1:77 auf 22,9 m, 1:100 auf 222,6 m, 1:166 auf 91,5 m und endlich 1:335 bis ans Ende der Gleise. Im allgemeinen läuft der Zug mit einer Geschwindigkeit von 3,2 km in der Stunde über den Eselsrücken, bei starkem Verkehr kann diese Geschwindigkeit auf 4,8 km gesteigert werden. Der beschränkte Raum machte es nötig, die erste Weiche der Ordnungsgleise näher an den Eselsrücken heranzuschieben, als erwünscht wäre. Etwa 120 m wäre die regelrechte Entfernung; sie mufste aber auf 81,75 m verkürzt werden, um die nötige Länge der Ordnungsgleise zu schaffen. Der Abstand zwischen zwei ablaufenden Wagen wird durch die Geschwindigkeit bestimmt, mit der der Zug über den Eselsrücken gedrückt wird. Bei der Höchstgeschwindigkeit von 4,8 km in der Stunde beträgt der Zeitabstand zwischen den aufeinander folgenden Wagen etwa neun Sekunden; wenn ein beladener Wagen hinter einem leeren abrollt, kann der Abstand auf sieben Sekunden herabgehen, bis die erste Weiche erreicht ist; diese Zeit genügt, um die Weiche umzustellen.

Die Zahl der Ordnungsgleise für den Verkehr nach Norden beträgt 67; neben dieser Gruppe befindet sich noch eine kleine Anlage, bestehend aus 13 kurzen Gleisen, zur Aufnahme von Kohlenwagen, die hier noch besonders geordnet werden müssen, ehe sie den Anschlufsgleisen der gewerblichen Unternehmen zwischen Harvey und Chicago zugeführt werden. Die 67 Gleise der Hauptanlage können einzeln 20 bis 40 Wagen, zusammen 2572 Wagen aufnehmen. Zwei von den Gleisen sind für Getreidewagen vorbehalten, aus denen hier Proben zur Bestimmung der Art des Getreides entnommen werden. Zwei Gleise dienen zur Vornahme kleinerer Instandsetzungen an den Wagen; von diesen aus werden die Wagen, nachdem die Schäden beseitigt sind, auf den Eselsrücken zurückgeholt, um von dort dem richtigen Gleis zuzurollen. Auf einem besonderen Gleis werden Wagen, an denen gröfsere Instandsetzungsarbeiten nötig sind, herausgezogen, um den Ausbesserungsanlagen zu-

geführt zu werden. Die Ordnungsgleise sind in Gruppen zu zehn geteilt; jede Gruppe hat ihre Weichenstrafse an dem dem Eselsrücken zugekehrten Ende; am anderen Ende sind je fünf Gleise durch eine Weichenstrafse zusammengefafst. Dadurch dafs am unteren Ende je fünf und nicht wie am oberen Ende je zehn Gleise in einer Weichenstrafse vereinigt sind, ist erheblich an nutzbarer Gleislänge gewonnen worden. Die Anordnung der Weichenstrafsen hat zwar zur Folge, dafs die Wagen mehr Krümmungen durchlaufen müssen; durch steilere Neigungen ist aber dafür ein Ausgleich geschaffen. Die Weichen haben alle eine Herzstückneigung von 1 : 8; die Krümmungen der Ordnungspläne haben 175 m Halbmesser. Der Gleisabstand beträgt 4,12 m von Mitte zu Mitte Gleis; zwischen den Gruppen ist abwechselnd 5,8 m und 10,4 m Abstand.

Die Ausfahranlage nach Norden fafst auf zwölf Gleisen 800 Wagen. Sie kann bei vollständigem Ausbau auf 20 Gleise zu 80 Wagen gebracht werden. Ausschlaggebend für diese Bemessung war der Umstand, dafs für einen Überführungszug nach Chicago 80 Wagen die Zahl sind, die wirtschaftlich von einem solchen Zug an ihr Ziel gebracht werden können. Der Gleisabstand in diesem Bahnhofsteil beträgt 4,12 m; zwischen je fünf Gleisen ist ein Abstand von 5,2 m. In den so geschaffenen freien Flächen sollen später die Leitungsmaste aufgestellt werden, wenn der Verkehr nach Chicago elektrisch bedient wird.

Der für den Verkehr nach Süden bestimmte Bahnhofsteil ist grundsätzlich ebenso angelegt wie der eben beschriebene; nur in der Zahl und der Länge der Gleise weicht er von jenem etwas ab. Auch er besteht aus den drei Gruppen: Einfahr-, Ordnungs- und Ausfahrgleise. In den zwölf Einfahrgleisen finden 1023 Wagen Platz; die Zahl der Gleise kann auf 20, ihre Aufnahmefähigkeit auf 1694 Wagen gesteigert werden. Die Gruppe der Ordnungsgleise besteht aus 43 Gleisen, die Raum für je 20 bis 60 Wagen, zusammen für 1623 Wagen bieten; sie sind länger als diejenigen der entsprechenden Anlage für die Gegenrichtung. Auch hier sind zwei Gleise für Wagen vorhanden, an denen kleine Instandsetzungen vorzunehmen sind, und ein Verbindungsgleis ermöglicht die Überführung von Wagen zu den Anlagen für gröfsere Ausbesserungen. Die Ausfahrgleise auf dieser Seite sind erheblich länger als diejenigen des Bahnhofsteils für den Verkehr nach Norden, weil hier sehr lange Züge mit meist leeren Wagen für die Kohlenzechen im südlichen Illinois zu bilden sind; sie haben eine Gleislänge für je 110 bis 120 Wagen. Zur Zeit beträgt ihre Zahl zehn, und sie können 950 Wagen aufnehmen. Die Anlage kann auf 18 Gleise für 1718 Wagen erweitert werden.

Zwischen beiden Bahnhofsteilen liegen die Gleise für die Zugführerwagen, die bekanntlich in Amerika an das Ende des Zuges gestellt zu werden pflegen. Die Gleise sind so eingerichtet, dafs nach der Einfahrt der Zugführerwagen, der vor Beginn des Abdrückens von seinem Zug losgelöst wird, einem in der Gegenrichtung ausfahrenden Zug zugeführt werden kann. Zwischen den beiden Bahnhofsteilen sind die schon erwähnten Gleise zur Aufnahme instandsetzungsbedürftiger Wagen mit den dazu nötigen Gebäuden untergebracht. Diese Anlagen bieten zur Zeit Raum für 1180 beschädigte Wagen, sie können aber so erweitert werden, dafs noch weitere 670 Wagen hier aufgestellt werden können. Daneben liegt eine Halle zur Ausführung der Instandsetzungsarbeiten, für die eine zeitgemäfse Ausstattung mit allen dazu nötigen Vorrichtungen vorgesehen ist.

An den Ausfahrenden der beiden Bahnhofsteile sind Druckluftleitungen vorhanden, um die Bremsprobe an den fertig zusammengestellten Güterzügen vornehmen und deren Luftleitungen füllen zu können. Zur Erzeugung der Druckluft sind zwei Anlagen mit elektrischem Antrieb vorhanden, so dafs beim Versagen der einen die andere einspringen kann.

Abgesehen vom Eselsrücken und den Ordnungsglei deren Neigungsverhältnisse bereits beschrieben worden s liegt der für den Verkehr nach Norden bestimmte Teil Bahnhofs Markham in einer Neigung von 1 : 285 (0,35 v. der dem Verkehr in der Gegenrichtung dienende Teil in e Neigung von 1 : 180 (0,055 v. H). Die Höhenlage an Anschlufsstellen ergab sich aus den örtlichen Verhältnis durch die die Höhenlage der durchgehenden Hauptgleise gelegt war. Die steilere Steigung in der Richtung nach Sü erschien deshalb zulässig, weil in dieser Richtung meist Leerzüge verkehren.

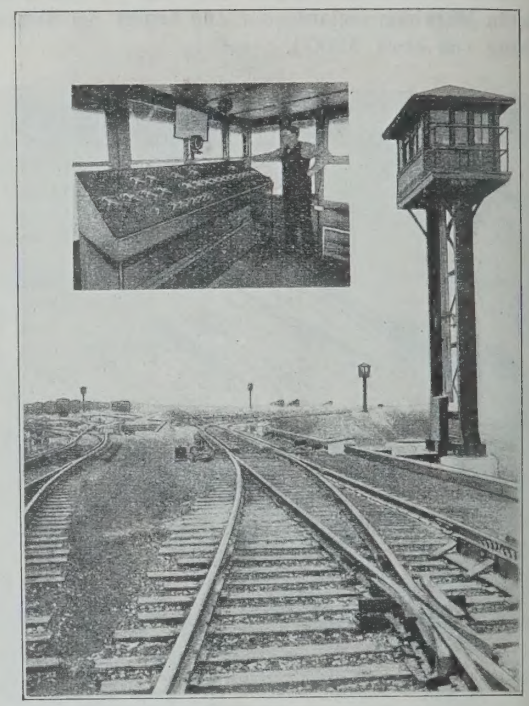


Abb. 2. Blick auf Bahnhof Markham vom Turm T und in Innere dieses Turms.

Unter den Besonderheiten des Bahnhofs Markham ni die erste Stelle der weitgehende Einbau von Gleisbremsen Nicht weniger als 121 solcher Vorrichtungen sind auf Ordnungsgleisanlagen der Nordseite verteilt. Sie nehmen 21 Schienenlänge ein. Für sie ist eine amerikanische Bauart Druckluftantrieb und elektrischer Steuerung gewählt wor die sich bereits bei einer Anwendung im Bahnhof Gibson Indiana-Hafen-Gürtelbahn bewährt hat. Über diese Gleisbre soll noch besonders berichtet werden. Sie werden von Stellwerkstürmen aus bedient, in die auch die 69 Weiche Bahnhofs Markham mit Kraftantrieb und die 65 ebenso a triebenen Hemmschuhleger eingebunden sind (Abb. 2). diese Vorrichtungen haben Druckluft-elektrischen Antrieb. Bewegung der Züge von den Einfahrgleisen über den Eselsrü wird durch Lichtsignale geregelt; sie vermitteln mit drei Lic vier Signalbegriffe: schnell drücken durch grünes, lan drücken durch gelbes Licht; rotes Licht befiehlt halten, und gelbes zusammen rückwärts bewegen. An demselben wie das eben erwähnte Lichtsignal ist ein zweites mit Gesicht nach den Ordnungsgleisen zu angebracht; es r durch rotes und grünes Licht die Arbeit in diesen Gle Am Fufse des Eselsrückens ist ein Schalter eingebaut, d einer seiner Stellungen die Signale so beherrscht, dafs nu rote Licht eingestellt werden kann, während er in der an Stellung die freie Bedienung der Lichtsignale ermöglicht. Signale auf dem Eselsrücken werden durch Wiederholungssi

Einfahrgleisen auch dem Führer der Drucklokomotive ar gemacht.

der für den Verkehr nach Norden bestimmten Anlage s jetzt als Höchstleistung in der Stunde 180 Wagen lt worden. Die Leistungsfähigkeit dieser Anlage ist t bei weitem noch nicht erschöpft worden; im Durchlaufen in einer achtstündigen Schicht etwa 600 Wagen r Verkehr kann also noch erheblich zunehmen, ehe die nenen Erweiterungen ausgeführt werden müssen. Zur eitet in jeder Schicht nur eine Drucklokomotive, infolgevergeht zwischen dem Ablaufen von zwei aufeinander-n Zügen eine Pause von einer halben Stunde. Diese könnte vermieden werden, wenn eine zweite Druckive gestellt würde; zur Zeit ist das aber noch nicht veil von Süden nicht so viel Wagen eingehen, dafs der ohne Pause durchgeführt werden müfste. Der lebhafteste herrscht in den Morgenstunden zwischen 2 und 4 Uhr; n Stunden gehen 40 v. H. der gesamten Tagesmenge en ein. Man schätzt, dafs zur Zeit durch die Anwendung isbremse 30 Arbeitskräfte gespart werden, die sonst Wagen mitfahren müfsten, um deren Geschwindigkeit Bremsen zu regeln. Bei voller Ausnutzung der Gleis- müfste die Zahl der Verschiebearbeiter, wenn keine emsen vorhanden wären, um 40 v. H. vermehrt werden. e Lokomotivanlagen des Bahnhofs Markham liegen in ie seines Südendes, etwas abseits von den übrigen Gleisen. ge ist gewählt, um zu verhindern, dafs der Lokomotivdie Arbeiten in den Gleisen stört. Ein Rundschuppen 0 Lokomotiven aufnehmen. Eine Drehscheibe von 30 m iesser dient zum Drehen der Lokomotiven. Schlackenin zwei Gleisen mit Wasserfüllung von 76 m Länge zum Ausschlacken der Lokomotivfeuerung. Eine Becher- von 1200 bis 2000 t Fassungsraum versorgt die otiven mit Kohle, zwei Wasserbehälter von 380 m^3 Inhalt eisewasser. Bei lebhaftem Betrieb werden in diesen n, die auch mit Einrichtungen zur Vornahme von Intzungsarbeiten an den Lokomotiven ausgestattet sind, 150 bis 250 Lokomotiven abgefertigt werden müssen. esonderer Wert ist auf die Beleuchtung des Bahnhofs im gelegt worden. Auf acht Türmen, deren Höhe bis 6 m geht, sind Gruppen von Scheinwerfern, von denen neun eine solche Gruppe bilden, über den Bahnhof ver-Eine neunte Gruppe erleuchtet die Lokomotivgleise vom der 24,5 m hohen Bekohlungsanlage aus.

m die Begleitpapiere der Güterwagen schnell den Stellen ren, wo sie bearbeitet werden müssen, ist der Bahnhof im mit einer Rohrpostanlage versehen. Durch diese der Führer eines einfahrenden Zugs die Papiere in reau, wo sofort die Ablauflisten zurecht gemacht und Fernsprecher den beteiligten Stellen übermittelt werden. bis 30 Minuten nach der Einfahrt eines Zugs sind rbeiten beendet, so dafs das Ablaufen beginnen kann. n Stellwerkstürmen und in den Bureauräumen sind Lautfernsprecher vorhanden, durch die der Verschiebedienst geregelt wird. Aufserdem sind alle Stellen des Bahnhofs durch Fernsprecher mit Selbstanschlufs miteinander verbunden. Diese Anlage dient auch zur Überwachung der Nachtwächter.

Sobald ein von Süden einlaufender Zug in den Einfahrgleisen zum Halten gekommen ist, verläfst ihn seine Lokomotive und fährt nach den Lokomotivanlagen ab. Ein Wagenschreiber prüft die Nummern und den Verschlufs der Wagen und schreibt an jeden mit Kreide das Gleis an, in das er ablaufen soll. Seine Aufzeichnungen, die sich auf eine Liste des Zugführers gründen, übergibt er dem Wiegemeister. Wenn dann die Stellwerke ihre Listen in der früher beschriebenen Art erhalten haben, kann das Ablaufen beginnen. Die Druckmaschine stellt erst den Zugführerwagen in das dazu bestimmte Gleis ab, wo er zur Abholung und Wiederverwendung bei einem in der Gegenrichtung ausfahrenden Zug bereit steht; sie kehrt dann an den Zug zurück und beginnt, sobald das Signal dazu gegeben wird, mit dem Abdrücken. Mit der Liste in der Hand leitet der Stellwerkswärter am Eselsrücken den Ablauf der Wagen, indem er sie in das richtige Gleis leitet und ihre Geschwindigkeit mit Hilfe der Gleisbremsen regelt. Sobald der letzte Wagen abgelaufen ist, werden die Wagengruppen in den Ordnungsgleisen durch Lokomotiven, die vom Eselsrücken leer anfahren, zusammengedrückt. Die Drucklokomotive kehrt in die Einfahrgleise zurück und setzt sich hinter den nächsten Zug. Damit die Lokomotiven von einer Seite der Anlage auf die andere gelangen können, ohne den Ablaufbetrieb zu stören, ist ein Verbindungsgleis für die Lokomotiven unter dem Eselsrücken unterführt.

Aus den Ordnungsgleisen wird der fertige Zug durch die Lokomotive, die die einzelnen Gruppen vereinigt hat, in die Abfahrgleise überführt. Hier wird die Bremsleitung mit Druckluft gefüllt, die Bremsprobe vorgenommen, und die Wagen werden durchgesehen. Sobald dann die zur Beförderung des Zugs bestimmte Lokomotive angekuppelt ist, ist der Zug fertig zur Ausfahrt.

Beim zukünftigen Ausbau des Bahnhofs Markham ist auch die Schaffung einer Umladeanlage für Stückgut in Aussicht genommen. Sie soll 12 km Gleis umfassen und 714 Wagen Raum bieten. Zum Umladen dienen fünf Ladebühnen.

Für den Feuerschutz des Bahnhofs Markham ist durch ein besonderes Leitungsnetz mit zwei Pumpen mit elektrischem Antrieb gesorgt. Über den Bahnhof sind eine Anzahl Wasserstöcke und Schlauchhäuser verteilt.

Im März 1913 gingen in Chicago von Süden her etwa 18 000 Güterwagen ein; bis zum März 1918 war diese Zahl auf 33 899 gestiegen. Diese Zunahme des Verkehrs gab Anlafs zur Schaffung des vorstehend beschriebenen Bahnhofs, dessen Gleise 9646 Wagen aufnehmen können. Wenn der Bahnhof ganz ausgebaut wird, bietet er die Möglichkeit auf fast 260 km Gleis 13 889 Wagen aufzustellen; seine Tagesleistung wird dann 6000 Wagen betragen.

bnisse der Sitzung des V. Ausschusses der U. J. C., Technische Fragen, in Paris am 20. und 21. Dezember 1926*).

n Anschlufs an früher (1922/24) stattgefundene Beungen der U. J. C. über »Einführung und Betrieb der ehenden Güterzugbremse« fanden im Frühjahr 1926 auf schen und schweizerischen Strecken Versuche mit der Knorr- und Westinghouse-Bremse statt. Der damit agte Unterausschufs, der sich aus Vertretern der Schweiz z), Deutschland, Ungarn, Frankreich und Italien zusammensetzte, hat die Ergebnisse dieser Versuchsfahrten in einem ausführlichen, mit einem Entwurf von Schlufsfolgerungen abschliefsenden Bericht an den V. Ausschufs der U. J. C. niedergelegt. Nach diesen Schlufsfolgerungen sollten 1. an Stelle des Berner Programms von 1909 33 neue Bedingungen für eine durchgehende Güterzugbremse treten, 2. sollte festgestellt werden, dafs die Kunze-Knorr- und die Westinghouse-Bremse diese 33 Bedingungen erfüllen und somit geeignet sind, für Güterwagen im internationalen Verkehr zugelassen zu werden.

*) Vergl. Zeitschrift des Internationalen Eisenbahnverbandes, 1927.

Diese Schlufsfolgerungen wurden vom Ausschufs geprüft und gebilligt*).

Die wichtigsten der 33 vorgeschlagenen Bedingungen sind folgende:

Die ersten Punkte schreiben die Einrichtung von Brems- und Leitungswagen, die Möglichkeit der Last- und Eigengewichtsabbremsung, sowie die Verwendung eines mit vollständiger Bremsausrüstung versehenen Güterwagens als Leitungswagen vor. Die Bremse soll bei einem normalen Betriebsdruck von 5 at arbeiten und in den Grenzen von 2 bis 5,5 at unbedingt betriebssicher wirken. Die Bremsung wird durch Druckabfall bewirkt; Druckminderungen von 0,5 at in der Hauptleitung müssen sich bei beliebiger Zusammenstellung bis zu 200 Achsen unbedingt bis zum Zugschlufs fortpflanzen. Bei Schnellbremsung aus normalem Betriebszustand soll eine Durchschlagsgeschwindigkeit von 100 m/Sek. bei Zügen aller Art und Zusammensetzung bis zu 200 Achsen erreicht werden. Neben der Schnellbremsung müssen abgestufte Betriebsbremsungen bis zur Vollbremsung und nicht abgestufte Vollbremsungen möglich sein. Bei normalem Betriebsdruck soll eine Druckminderung um 1,5 at einer vollen Eigengewichtsabbremsung, um 1,7 at einer vollen Lastabbremsung entsprechen. Der Bremsklotzdruck soll im ersten Falle bei gröfstem Kolbenhube 50 %, bei kleinstem 85 % des Eigengewichts betragen. Im zweiten Falle, also bei Lastabbremsung, soll bei gröfstem Kolbenhub der Bremsklotzdruck die Hälfte der Summe aus Eigengewicht und der kleinsten Last, von der ab die Lastabbremsung angewendet werden darf, erreichen; bei kleinstem Kolbenhub 85 % dieses angegebenen Summenwertes. Die Bremsung soll eingeleitet werden durch einen Klotzdruck, der bis 20 % des im Verlauf dieser Bremsung erreichten höchsten Bremsklotzdruckes beträgt. Vollbremsung soll bei kleinstem Kolbenhub nach frühestens 28 Sek., beim gröfsten Kolbenhube nach frühestens 60 Sek., gerechnet vom Beginn des Druckanstieges im Bremszylinder, eintreten. Sodann folgen Bestimmungen über das Lösen der Bremse. Dieser Vorgang soll bei Wagen mit Umstellvorrichtung für Fahrten in der Ebene 25 Sek. bei kleinstem und 60 Sek. bei gröfstem Kolbenhub in Anspruch nehmen; für Fahrten im Gefälle entsprechend 45 und 110 Sek. Die letzten Werte gelten auch für Wagen ohne Umstellvorrichtung. Sämtliche etwa vorhandene Umstellvorrichtungen am Wagen müssen leicht erkennbar und gut zugänglich sein. Weiter werden zwei Ausführungsformen der Bremse verlangt: eine reine Güt bremse und eine Bremse, die sich sowohl für Güterzü auch für schnellfahrende Züge eignet. Die Haupt- und leitungen, die Kupplungsschläuche und die Absperrhähne einen Durchgangsquerschnitt haben, der dem einer Leitu 25 mm lichter Weite entspricht. Die für die Beförderu Züge verwendeten Lokomotiven und Tender müssen sowo der selbsttätigen als auch mit der unmittelbar wirkenden ausgerüstet sein. Bei allen möglichen im Betrieb vorkomm ungleichmäfsigen Zugzusammenstellungen mufs die Brem beschaffen sein, dafs teilweise und voll beladene Züg mindestens 1200 t bzw. 1500 t bei etwa 150 bzw. 100 Stärke und Leerzüge bis 150 Achsen betriebssicher ohne liche Stöfse und Zerrungen in jedem Gelände befördert können. Auch soll es möglich sein, Leerzüge bis zu 200 in der Ebene zu befördern.

Für die Errechnung des Bremsweges wird unter besti Annahmen eine Formel gegeben. Zum Schlusse wird ve dafs die Bremse ohne schädliche Stöfse und Zerrungen werden kann; dafs ihre Bremskraft sich auf langen und s Gefällen nicht erschöpft, dafs vielmehr diese Strecken mit Sicherheit und möglichst gleichmäfsiger vorgeschri Geschwindigkeit befahren werden können. Eine ei Bremsprobe soll schliefslich dem Führer Gewifsheit schaffen, dafs die Bremsleitung des ganzen Zuges verl und wirksam ist.

Hinsichtlich der Anschlüsse der Schlauchkupplung Güterwagen mit Druckluftbremse wurden Vorschrifte genommen, die für neu zu bauende oder mit der durchgel Bremse auszurüstende Fahrzeuge bindend, für bereits vorh dagegen nur als Empfehlung aufzufassen sind.

Die zweite Frage behandelte das Anbringen besc Kennzeichen an den Güterwagen, die mit durchge Leitung für die elektrische Heizung ausgerüstet Hier beschlofs der Ausschufs dem geschäftsführenden K vorzuschlagen, ein gelb gestrichenes Zeichen als verbind erklären, das von dem früher vorgeschlagenen Rechtec insofern abweicht, als es am oberen Ende eine abgest Ecke hat.

Endlich wurde auf Anregung des geschäftsfüh Komitees die Unterteilung des V. Ausschusses in m Gruppen (Fahrzeuge, Gleisbau, Elektrizität) beschlossen.

*) Sie sind inzwischen auch vom Geschäftsführenden Komitee der U. J. C. in seiner 6. Sitzung in Paris am 2. und 3. M unverändert angenommen worden.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

Der amerikanische Lokomotivbau zur Frage der Hochdrucklokomotive.

Die Amerikanische Maschinentechnische Gesellschaft hat anläfslich ihrer letztjährigen Hauptversammlung auch zur Frage der Verwendung des Hochdruckdampfes bei Lokomotiven Stellung genommen. Ein von den Professoren Edward C. Schmidt und John M. Snodgrafs vorgelegter Bericht erörtert zunächst die grundsätzlichen Unterschiede, die in dieser Frage zwischen den Verhältnissen in Amerika und Europa bestehen. Für die meisten europäischen Bahnen hat darnach der Hochdruckdampf wesentlich gröfsere Bedeutung als für die amerikanischen Bahnen, weil die in Europa übliche Art des Zugbetriebs mit kleinen Schlepplasten bei hohen Kohlenpreisen zum Streben nach gröfstmöglicher Wirtschaftlichkeit zwinge. In Amerika dagegen sei der Zugbetrieb mit den schweren Zugseinheiten an sich schon ziemlich wirtschaftlich und die Kohlenpreise seien noch verhältnismäfsig niedrig; immerhin müsse man in Erwägung ziehen, dafs die Lichtraum-Umgrenzung und die Tragfähigkeit von Oberbau und Brücken eine wesentliche Vergröfserung der Lokomotiven kaum mehr zulassen werden und dafs man daher mit Rücksicht auf die Leistungserhöhung eine Erhöhung des Kesseldruckes auch in Amerika nicht werde aus dem Auge verlieren dürfen.

Der Bericht unterscheidet zwischen Hochdruckdampf Grenzen zwischen 16 und 25 at und Höchstdruckdampf von 60 at. Hochdrucklokomotiven in diesem Sinne sind in Amerik eine ganze Reihe vorhanden; eine Höchstdrucklokomotive Zeit in Arbeit sein.

Bei Drücken bis zu 21 at glaubt man noch mit dem ü Lokomotivkessel auskommen zu können; die Pennsylvania hat über 600 1 E 1-Lokomotiven und 200 2 D 1-Lokomotiven mit kesseln in Betrieb, die einen Druck von 17,6 at besitzen. Der verbrauch soll sich bei diesen Lokomotiven um 9 % geringer als bei ähnlichen Lokomotiven mit 14 at Kesseldruck. Ma bei diesen Angaben aber berücksichtigen, dafs der Minderve vielleicht zum gröfseren Teil den günstigeren Füllungsverhä bei den Hochdrucklokomotiven zuzuschreiben ist, die verhältni gröfsere Zylinder besitzen als die durch die Umgrenzungslin geschränkten Lokomotiven mit geringerem Dampfdruck.

Bei über 21 at greift man auf Kessel mit Wasserrohrfeuerb ähnlich der Ausführung von Brotan zurück. Es sind zur Z derartige Lokomotiven im Betrieb: die 2 D 1 - h 2 Lokomoti New York, New Haven und Hartford Bahn mit

*) Organ 1926, S. 328.

e 2E1-h3v Versuchslokomotive von Baldwin mit 24,5 at druck*). Letztere Lokomotive wurde zunächst auf dem Versuchs- in Altoona eingehend untersucht. Dabei konnten nach dem t stündlich 5,4 t Kohle verfeuert und damit 38,5 t Dampf t, also eine etwa siebenfache Verdampfung erzielt werden. Bei gröfsten Beanspruchung betrug der Kesselwirkungsgrad 52%, fste indizierte Leistung der Lokomotive war 4500 PS. Der Wasser- uch war bei allen Leistungen zwischen 1500 und 4500 PS_i rnd gleichmäfsig und zeigte sich nur wenig abhängig von windigkeits- und Füllungsänderungen. Der stündliche Dampf- uch betrug bei Geschwindigkeiten von 25 bis 60 km/h und gen von 50 bis 80% im Hochdruckzylinder 6,4 bis 7 kg/PS_i; % Füllung im Hochdruckzylinder betrug er bei 25 km/h 7,4 ei 36 km/h 7,5 kg/PS_i. Der stündliche Verbrauch bewegte sich en 0,86 kg/PS_i bei kleinen Leistungen und 1,22 kg/PS_i bei der leistung. Nach der Untersuchung auf dem Prüfstand wurden r Lokomotive noch Versuchsfahrten bei der Pennsylvania- und der Baltimore- und Ohio-Bahn vorgenommen, die auf dem Prüfstand erzielten Ergebnisse bestätigten. Eine Lokomotive, die 1D-h2v Lokomotive der Delaware- und on-Bahn mit 24,6 at Kesseldruck**) besitzt ebenfalls eine rrohrfeuerbüchse; bei ihr weicht aber auch der Langkessel von sherigen Form ab. Er ist in einen wassergefüllten Unterkessel wei dampfgefüllte Oberkessel unterteilt.

Für die Höchstdrucklokomotive glaubt der Bericht die Kessel- rung der Schmidt'schen Heifsdampfgesellschaft als ste derzeitige Lösung betrachten zu müssen. Es scheint aber dem Bericht und der anschliefsenden Besprechung als ob der kanische Lokomotivbau sich zunächst mehr auf die Verwendung ittleren Drücke zwischen 16 und 25 at beschränken wolle, weil er hinaus gröfsere Schwierigkeiten, vor allem hinsichtlich der erung, erwartet werden, während andererseits der wärme- ische Vorteil gerade bei diesen mittleren Drücken verhältnis- g gröfser ist alsbei den Höchstdrücken. R. D.

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 25 und 1927, 1. Halbj., Nr. 2.)

*) Organ 1926, S. 412.

**) Organ 1925, S. 327.

e zweite 1D-h2v-Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn.

Zu Anfang Februar d. J. hat die Delaware- und Hudson- n eine zweite Hochdrucklokomotive „John B. Jervis“ in t gestellt, die im allgemeinen der Ende 1924 gebauten ersten motive „Horatio Allen“**) entspricht, immerhin aber in en Punkten Veränderungen aufweist. Vor allem wurde der fdruck von 24,6 auf 28 at gesteigert; im Zusammenhang damit ten die Zylinderabmessungen kleiner gehalten werden. Durch hiedene Vereinfachungen, konstruktive Verbesserungen und Verwendung hochwertigen Materials für einzelne Teile konnte r das Gewicht der Lokomotive etwas verringert werden.

Beim Kessel ist die Verdampfungsheizfläche etwas verkleinert die Überhitzerheizfläche vergröfsert worden. Die Erfahrung der „Horatio Allen“ hatte gezeigt, dafs der dort verwendete hitzer nur Dampftemperaturen bis zu 320° erbrachte, während Steigerung auf 370° erwünscht war. Die Feuerbüchse ist bei neuen Lokomotive um 381 mm verlängert und um 76 mm ver- ert und damit die Rostfläche um 1 m^2 vergröfsert worden. Den chen Abschlufs der Feuerbüchse bilden jetzt beiderseits fünf en Wasserrohre — insgesamt 286 Rohre — die alle den gleichen hmesser von 64 mm besitzen. Der Hauptkessel war bei der ratio Allen“ mit den Oberkesseln im vorderen Teil noch durch Rohre verbunden; bei der neuen Ausführung sind diese weg- gefallen. Im übrigen ist die gesamte Kesselanordnung dieselbe geblieben. Der Regler ist jetzt nach dem Überhitzer eingeschaltet; damit ist die Verwendung von überhitztem Dampf auch für die Hilfsmaschinen ermöglicht. Schliefslich mufs noch erwähnt werden, dafs die Lokomotive, wie die Quelle berichtet, auf Grund der Versuchsergebnisse bei der Deutschen Reichsbahn ein weites, niedrig stehendes Blasrohr zur Verringerung des Gegendruckes erhalten hat.

An Stelle der Joung-Steuerung besitzt die neue Lokomotive Heusinger-Steuerung. Rein äufserlich ist sie insofern verschönert worden, als die Kesselbekleidung jetzt die Ober- und den Unterkessel mit einem einzigen Mantel umschliefst.

Um die Zahl der zum Wasserfassen erforderlichen Halte einzuschränken, hat die neue Lokomotive einen sechsachsigen Tender von ungewöhnlich grofsem Fassungsvermögen erhalten, dessen hinteres, dreiachsiges Drehgestell nach der Bauart der Bethlehem-Stahlwerke durch eine Hilfsmaschine angetrieben wird und zwei gekuppelte Achsen besitzt.

Die Hauptabmessungen der neuen Lokomotive, verglichen mit denen der „Horatio Allen“, sind:

	„Horratio Allen„	„John B. Jervis“	
Kesselüberdruck p	24,6	28	at
Zylinderdurchmesser: Hochdruck d	597	565	mm
„ : Niederdruck d_1	1041	965	„
Kolbenhub h	762	762	„
Kesselmitte über Schienenoberkante	2781	2781	„
Heizrohre, Anzahl	145	101	Stück
„ Durchmesser	51	51	mm
Rauchrohre, Anzahl	42	52	Stück
„ Durchmesser	136,5	140	mm
Rohrlänge	4572	4572	„
Heizfläche der Feuerbüchse samt Tragrohren	110,7	113,0	m^2
Heizfläche der Rohre	187,0	177,0	„
„ des Überhitzers	53,8	65,0	„
„ — im Ganzen — H	351,0	355,0	„
Rostfläche R	6,63	7,6	„
Durchmesser der Treibräder	1448	1448	mm
„ „ Laufräder	965	914	„
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	5487	5487	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8839	8839	„
„ „ „ „ einschl. Tender	20009	22847	„
Reibungsgewicht G_1	135,3	134,0	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	157,7	153,0	„
„ des Tenders	89,6	137,0	„
Vorrat an Wasser	34,0	60,0	m^3
„ „ Brennstoff	13,8	18,2	t
Zugkraft mit Zwillingswirkung (nach der Quelle)	38200	38650	kg
Zugkraft mit Verbundwirkung	31800	32100	„
„ der Zusatzmaschine	8920	8920	„
Zylinder-Raumverhältnis	1 : 3,05	1 : 2,92	
H : R	53	46,9	
H : G	2,23	2,32	m^2/t
H : G_1	2,6	2,66	„

(Railw. Age 1927, 1. Halbj., Nr. 11.) R. D.

Buchbesprechungen.

Industriestaub, Wesen und Bekämpfung von Dr. Ing. Robert eldau, Berlin 1926. V. D. I.-Verlag, G. m. b. H.

Das Eisenbahnwesen ist wohl einer derjenigen Betriebe, die am sten mit Staub und seinen Einwirkungen zu tun haben. Trotzdem man bisher dieser Frage dort wohl keine besondere Beachtung henkt. Der Verfasser des vorliegenden Buches behandelt die bfrage zunächst nur in dem Bestreben, alles ihm über dieses Gebiet Erreichbare zu sammeln. Es ist dem Eisenbahntechniker sehr zu empfehlen, dieses Buch zur Hand zu nehmen. Er wird eine grofse Zahl von Berührungspunkten mit seinem Fach finden und zum mindesten aufmerksam werden auf manche Möglichkeiten. Er erhält zwar hier nicht immer Lösungen für die gerade ihm nahe liegenden Fragen, denn dazu ist die Staubtechnik im allgemeinen, trotz sehr bedeutender Leistungen auf Einzelgebieten, noch zu sehr

in den Anfängen wissenschaftlicher und praktischer Allgemeinbehandlung. Hauptsächlich soweit die Elektrotechnik, der die Staubfragen besonders nahe liegen, ins Eisenbahnwesen Eingang gefunden hat, sind lehrreiche Beispeile für Staubbekämpfung auch im Eisenbahnwesen aufgezeigt. Erwähnt sei die Reinigung der Kühlluft für elektrische Maschinen, besonders auch für elektrische Lokomotiven und Triebwagen, die Reinhaltung von Isolatoren usw. Aber auch manches dem Dampflokomotivmann naheliegende Gebiet, wie die Funkenfängerfrage, ist hier behandelt. Die Einwirkung Staubes auf Fahrzeuge und Fahrgäste, Güter usw. bietet ein sehr entwicklungsfähiges Fachgebiet. Leider kann hier nicht vielseitige Sammelarbeit im einzelnen dargelegt werden. Wer Buch durcharbeitet, wird sich von seinem Nutzen überzeugen viele Anregungen daraus schöpfen. Tetzla

Zuschrift an die Schriftleitung.

Zu der in Heft 10 und 11 veröffentlichten Abhandlung

„Der Oberbau der grofsen Geschwindigkeiten und grofsen Achsdrücke: Das Gleis auf Federn und festen Stützen"

erhalten wir vom Verfasser, Bundesbahndirektor Dr. Alfred Wirth in Wien, II., Nordbahnstrafse 50, folgende Zuschrift, die wir hiermit wiedergeben:

Ich würde es sehr begrüfsen, wenn die in meiner Abhandlung dargelegten Betrachtungen und Vorschläge einer kritischen Beurteilung unterzogen würden, wie immer das Ergebnis dieser Beurteilung auch sein möge. Ich habe im Vorwort des Abschnittes „Die einzelnen Teile des Gleises" ausdrücklich erwähnt, dafs die Abbildungen hauptsächlich dazu dienen, eine Möglichkeit der Ausführung zu versinnbildlichen und dafs ich mir vollkommen bewufst bin, dafs es auch andere geeignete Lösungen geben wird. Tatsächlich h sich bereits bei der Ausführung der Einzelpläne sowohl für Schienenverankerung wie für die Vorrichtung gegen das Abh der Schienen und für die Querverbindung auch andere Lösunge vorteilhaft gezeigt, ohne jedoch von den von mir dargelegten Gr sätzen abzuweichen. Für die Querverbindung wird man z. B. eine einfache Festhaltung des Schienenfufses mittelst Klemmplätt auf steifer Querplatte, ähnlich einer schmalen Eisenquerschw greifen können, um damit das Anbohren der Schiene zu verme

Ich stelle auch die Bitte, mir von jenen Fachblättern, die mit meiner Abhandlung befassen sollten, ein Heft zukommer lassen, damit ich in die Lage gelange, wertvolle Anregunger beachten und gegebenenfalls zu den Kritiken Stellung zu neh

Dr. Wirt

Verschiedenes.

Die 66. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure fand vom 28. bis 30. Mai in Mannheim statt.

Wie in den vorangegangenen Jahren, stellte auch die diesjährige Tagung, die unter aufserordentlich starker Beteiligung vor sich ging, einen Höhepunkt des in der deutschen Technik pulsierenden Lebens dar. Der Hauptton der Vorträge lag auf dem Problem der Verbrennungskraftmaschinen.

Aus den Fachsitzungen hierüber liefs sich die Anschauung loslösen, dafs sich mit fortschreitender Entwicklung die Anwendungsgebiete der Dampfkraftmaschinen und Verbrennungsmotoren allmählich gegenseitig abgrenzen. Während dem Dampfbetrieb in erster Linie das Gebiet der ortsfesten Anlagen vorbehalten bleibt, geht die Entwicklung der Verbrennungsmaschinen, wenigstens soweit sie flüssige Brennstoffe verwerten, in der Richtung des Fahrzeugantriebs. Professor Langer, Aachen leitete die Sitzung mit kritischen Betrachtungen über die Bewertung der Verbrennungsmotoren ein. Als Vergleichsprozefs genügt sowohl für Gasmaschinen, die nach dem Verpuffungsverfahren, als auch für Dieselmotoren, die nach dem Gleichdruckverfahren arbeiten, der Prozefs von Otto. Dadurch wird die Spaltung, die durch die verschiedenen Vergleichsprozesse für Gasmaschinen und Dieselmotoren in die Gruppe der Verbrennungsmaschinen hineingebracht worden ist, wieder überbrückt. In einfacher Weise kann die Wertung durch Aufstellung von Rechentafeln praktisch erleichtert werden. Der Temperatur der Abgase und einer ausgiebigen, inneren Belüftung der Maschine bei Zwei- und Viertaktmaschinen ist eine gröfsere Beachtung zu schenken. — In einer Aussprache über die neuesten Fortschritte der schnellaufenden Dieselmotoren berichtete Professor Dr. Ing. Stribeck, Stuttgart, über seine Untersuchungen am kompressorlosen Fahrzeug-Dieselmotor. Eingehende Temperaturmessungen während der Verbrennung ergaben, dafs beim Aeromotor der Firma B. Bosch A. G. das bei schnellaufenden Verbrennungsmotoren so schwierige Problem der raschen und vollständigen Vermischung des flüssigen Brennstoffes mit Luft keine Rolle spielt, weil die Mischung sich gleichsam selbsttätig im Verlauf der Verbrennung vollzieht. Infolge der eigenartigen Anordnung eines trichterförmigen Brennraumes mit daran anschliefsendem Luftspeicher im Kolben pafst sich die Geschwindigkeit der Mischung von Luft und Brennstoff von selbst der Drehzahl an. Als Beitrag zum gleichen Thema besprach Professor Dr. Ing. K. Neumann seine Untersuchungen am Dornermotor. Sein Bericht stellt zum erstenmal das Problem des schnellaufenden Dieselmotors auf eine wissenschaftliche Grundlage und zeigt, dafs heute grundsätzlich keine Schwierigkeit mehr besteht, kleinste Brennstoffmengen bei jedem Arbeitsspiel genau der Belastung entsprechend auch bei hohen Drehzahlen jedem Zylinder zuzumessen und vollkommen zu verbrennen. In Vortrag von Dr. Ing. L. Richter, Wien, über „Probleme des Z motors für flüssige Brennstoffe" wurden Fragen der schnellaufe Vergasermaschinen erörtert.

Im Fachausschufs für „Anstrichtechnik" besprach Dr. Ing. N mann eingehend das mechanische Anstreichen. Dr. phil. Sch Kirchmöser, behandelte die Prüfverfahren für Anstriche, insbeson die Kurzprüfverfahren, die durch geeignete Beanspruchung des strichs der jahrelangen Einwirkung von Wind und Wetter gl kommen. Über „Eisenschutz durch Anstrich" sprach Dr. phil. Ma Berlin. Die Vorbedingungen eines guten und wirtschaftlichen strichs fanden Erwähnung.

Die Fachsitzung „Betriebstechnik" beschäftigte sich ausschl lich mit der Holzbearbeitung mit dem Zweck, die Erfahrungen, die Metallindustrie als betriebswirtschaftlich richtig erkannt nach Möglichkeit in die Holzindustrie zu übertragen. Oberför Dr. Hausendorf, Grimmitz, befafste sich in seinem Vortrag „ Holz als Werkstoff" vor allem mit der wirtschaftlichsten Ausnut des Stammholzes, der nicht durch ein unplanmäfsiges Ablängen Holzes im Walde vorgegriffen werden soll. Die Schwierigkeite der Holzbearbeitung liegen zum gröfsten Teil im Werkstoff se Die Festigkeitseigenschaften, sowie die Bearbeitbarkeit sind stark abhängig von den Wachstumsbedingungen, der Faserricht und dem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. — Einen sehr interessa Beitrag über „Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenb werkstätten" brachte Werkdirektor Oberregierungsbaurat Bardt Wittenberge. Die Eisenbahnwerkstätten haben sich von handwe mäfsiger auf fabrikmäfsige Arbeitsweise umgestellt und nach Norm der Einzelteile und Zusammenlegung bestimmter Arbeiten gröfsere Bezirke eine besonders wirtschaftliche Massenfertigung einzelnen Abteilungen durch gänzliche Ausschaltung aller Handar und Einführung von Lehren, Schablonen und Vorrichtungen Verbindung mit wirtschaftlich arbeitenden Maschinen entwickelt

Bei der mit der Tagung verbundenen Versammlung der Ges schaft für Bauingenieurwesen trug Oberregierungsbaurat Dr. K. Schaechterle, Stuttgart, über die Entwicklung der deutsc Brückenbautechnik in den letzten Jahren vor. Er kam zur F stellung, dafs sich die künstlerischen Gesichtspunkte neben technisch-wirtschaftlichen in den letzten Jahren wieder durchzuset begännen, was bei der beherrschenden Bedeutung der Brücken Landschafts- und Städtebild als wesentliches Erfordernis anzuse sei. Ein Beweis dafür sei das rege Interesse, das der Wettbew über die neue Rheinbrücke Köln-Mülheim fand.

Neben den Vorträgen war eine interessante Ausstellung Arbeiten des Vereins deutscher Ingenieure und der ihm befreunde Verbände veranstaltet. P

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
iftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 30. Juli 1927 Heft 14

Zur Theorie des Lokomotivkessels

im Lehrbuch von Garbe: »Die zeitgemäfse Heifsdampflokomotive«.

Von Prof. Dr. Ing. Heumann, Aachen.

Ein sehr bekanntes und geschätztes Lehrbuch über Loko- en ist das von Garbe. In dem vor einigen Jahren sgekommenen Ergänzungsband: »Die zeitgemäfse pflokomotive« ist im zweiten Abschnitt: »Unter- ungen der Rost- und Heizflächenbeziehungen Dampflokomotiven« der Versuch einer Theorie des notivkessels gemacht worden. Das ist sehr zu begrüfsen, auf diesem wichtigen Gebiete aufser guten älteren all- n grundlegenden Arbeiten an solchen, die die Eigentüm- iten des modernen Heifsdampf-Lokomotivkessels voll er- , aufser den Strahlschen nur wenig Brauchbares vor- n ist, noch sehr viel zu tun bleibt. Dieser Abschnitt nicht von Garbe selbst her, sondern von Dr. Ing. genroth, ist dessen Doktorarbeit (T. H. Berlin). Garbe grofsen Wert auf diese Arbeit, denn er sagt im Vorwort, der Inhalt des vorliegenden Ergänzungsbandes durch sie tlich gestützt werde. Bei der grofsen Bedeutung und bisherigen Ungeklärtheit des Gegenstandes sowie wegen ervorragenden Stelle dieser Veröffentlichung möchte ich einige kritische und ergänzende Betrachtungen dazu er- n.

Wärmeübertragung.

Schwierig ist in der Lokomotivkesseltheorie die einiger- n genaue Bestimmung der Wärmeübertragung von Feuergasen an das Kesselwasser und an den Heifsdampf durch die verschiedenen Heizflächen hindurch, namentlich, weil Wärmedurchgangszahl k sehr schwer einigermafsen genau fassen ist. Dieser Wärmeübertragung widmet der Ver- daher mit Recht eine ausführliche Untersuchung.

Wärmeübertragung in der Feuerbüchse.

Die ganze in der Feuerbüchse von den Gasen an das er stündlich übertragene Wärmemenge Q_F bestimmt er dem Ausdruck

$$Q_F = K . H_F (T_o - t_o),$$ worin

in m^2 die feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse,
in °C die Verbrennungstemperatur in der Feuerbüchse,
in °C die Siedetemperatur des Kesselwassers,
in WE/m^2 Std. °C die Wärmedurchgangszahl bedeuten.

Dieser Ausdruck setzt Unveränderlichkeit von K, T_o und raus. Hiermit rechnet der Verfasser auch tatsächlich, Einsetzung des Höchstwerts von T_o an der Brennschicht. Wirklichkeit ist nur t_o unveränderlich. Für K mufs man Ermangelung genauerer Kenntnis allerdings einen un- derlichen Mittelwert setzen; T_o ändert sich aber in weiten erfafsbaren Grenzen auf dem Wege der Gase von der nschicht bis zum Eintritt in die Rohre, von T_o bis auf t_e. hier in Frage kommender Mittelwert T_{om} hat bekanntlich Ausdruck:

$$T_{om} = \frac{T_o - t_e}{\ln \frac{T_o - t_o}{t_e - t_o}} + to,$$

afs also der richtige Ausdruck für Q_F lautet:

$$Q_F = K_m . H_F \frac{T_o - t_e}{\ln \frac{T_o - t_o}{t_e - t_o}}.$$

Wie grofs der Fehler durch Vernachlässigung der Veränderung von T_o wird, zeigt die bildliche Darstellung der Abb. 1, worin — unter Voraussetzung eines richtigen K — bei $T_o = 1500^0$, $t_e = 1000^0$, $t_o = 190^0$, wie beim Verfasser, die Fläche A E C D die wirkliche Wärmemenge Q_F, die Rechteckfläche A B E C D das Q_F des Verfassers wiedergeben. T_o ist vom Verfasser nach der Gofsschen Formel für die Verbrennungstemperaturerhöhung $T_o = 975 + \frac{B}{R}$ berechnet, worin $\frac{B}{R}$ das auf 1 m^2 Rostfläche in der Stunde verbrannte Brennstoffgewicht in kg bedeutet, eine Formel, die rein empirisch, sehr ungenau und nicht allgemein gültig ist, weil sie die Abhängigkeit vom Heizwert des Brennstoffs und vom Wärmeverlust, der mit steigender Rostanstrengung zunimmt, gar nicht, die Strahlung in der Feuerbüchse höchstens ganz summarisch berücksichtigt. — Das zeigt übrigens auch die Abb. 49 des Verfassers selbst.

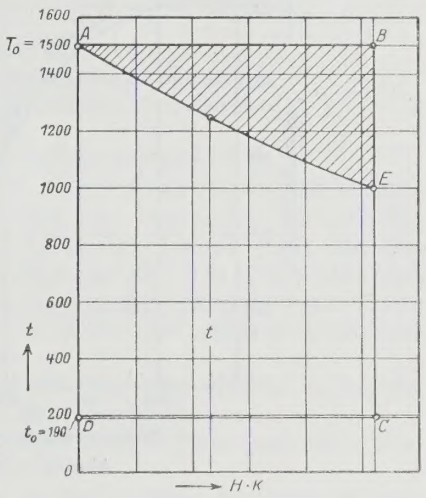


Abb. 1.

Wärmeübertragung im Langkessel.

Bei der Wärmeübertragung durch die Rohrheizflächen des Langkessels hindurch an das Kesselwasser benutzt der Verfasser den Ausdruck:

$$Q = k . H (t_m - t_o)$$

ohne anzugeben, wie er t_m bestimmt.

Bei der Wärmeübertragung durch die Überhitzerrohre hindurch an den Dampf setzt Verfasser:

$$Q = k . H . \tau,$$

worin τ den mittleren Temperaturunterschied zwischen Heizgas und Dampf bedeutet und führt für τ zunächst — angenähert richtig — den Ausdruck:

$$\tau = \frac{t_1 - t_2}{\ln \left(\frac{t_1 - \frac{t_ü + t_o}{2}}{t_2 - \frac{t_ü + t_o}{2}} \right)}$$

ein, worin t_1 und t_2 die Heizgastemperaturen beim Eintritt in den und beim Austritt aus dem Überhitzer und $t_ü$ die Heifsdampftemperatur bedeuten, vereinfacht dann aber diesen Ausdruck durch Reihenentwicklung mit Vernachlässigung wich-

tiger Glieder so, dafs er gänzlich unbrauchbar wird. Denn der so gewonnene Ausdruck: $\tau = \text{const.} - \frac{t_ü}{2}$ stellt die Gleichung einer Geraden dar, die ganz erheblich von der wirklichen τ-Kurve abweicht, wie auch ein Blick auf die Abb. 41 des Verfassers, die hier als Abb. 2 wiederholt ist, zeigt. Der angegebene Näherungsausdruck

$$\tau = \frac{t_1 + t_2 - t_o - t_ü}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_o + t_ü}{2}$$

ist weiter nichts wie der Unterschied der arithmetischen Mittelwerte der Temperaturen des wärmeabgebenden und wärmeaufnehmenden Mediums, setzt also, sehr stark von der Wirklichkeit abweichend, gradlinigen Verlauf der Temperaturen über

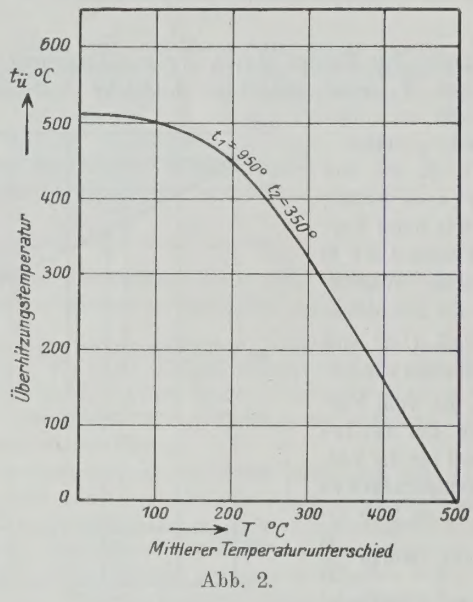


Abb. 2.

die Rohrlängen hin voraus, verwischt völlig die Eigentümlichkeiten des untersuchten Falles. Der Verfasser verwendet diesen Näherungsausdruck auch tatsächlich gar nicht, wenn es auch aus seinem Text nicht klar hervorgeht.

Wärmedurchgangszahl.

Nun zu der Wärmedurchgangszahl k bzw. $K = \varkappa + k$, worin

$\varkappa$ die Wärmedurchgangszahl bei Strahlung allein,

k die Wärmedurchgangszahl bei Berührung und Leitung (die vom Verfasser ausgelassen wird) bedeuten.

Für $\varkappa$ führt Verfasser den ungenauen Rosettischen Ausdruck ein

$$\varkappa = C \cdot \varphi \left\{ \left(\frac{T_o + 273}{100} \right)^2 - 10 \right\},$$

— übrigens nochf alsch geschrieben, — der zu grofse Werte gibt. Richtiger ist der von Stephan und Boltzmann. Dafs der Faktor C in der Rosettischen Gleichung für K proportional $\frac{H_F}{R}$ ist, brauchte der Verfasser nicht mehr zu beweisen, weil es längst bekannt ist, z. B. bei Brückmann, »Heifsdampflokomotiven« steht.

Für a_{1F}, die Wärmeübergangszahl zwischen den Heizgasen und der Feuerbüchsenwand, gibt Verfasser die Mollierschе Formel an:

$$a_{1F} = 2 + 2\sqrt{\frac{B}{R}}.$$

Durch B soll die Gasgeschwindigkeit w erfafst werden, die durch die stündlich auf 1 m² Rostfläche erzeugte Heizgasmenge bestimmt ist. Diese aber ist bei verschiedenem Heizwert h, womit im Lokomotivbetriebe doch gerechnet werden mufs, proportional $\frac{B}{R}$, sondern ungefähr proportional $\frac{B \cdot h}{R}$. Ausdruck kann also nur bei einem bestimmten h un richtig sein. Ist h_o derjenige Heizwert, für den Mollier Formel aufgestellt hat, so ist für ein beliebiges h ric der folgende Ausdruck:

$$a_{1F} = 2 + \frac{2}{\sqrt{h_o}}\sqrt{\frac{Bh}{R}}.$$

Das gesuchte k setzt Verfasser nun gleich a_{1F}, was ja angei richtig ist.

Für die Wärmeübergangszahl zwischen den gasen und den Rohrwänden des Langkessels verwendet fasser den Holmboeschen Ausdruck:

$$a_{1R} = 2 + 5{,}5\sqrt[1{,}3]{w \cdot \gamma} = 2 + 5{,}5\sqrt[1{,}3]{\frac{G}{3600\ q}},$$

worin G das Heizgasgewicht in kg, das stündlich durch bestimmten Rohrquerschnitt q in m² strömt, γ das spezi Gewicht des Heizgases in kg/m³ bedeutet und w, die geschwindigkeit, in m/Sek. gemessen, ist. Diese Holmbo Formel ist nicht unmittelbar experimentell gewonnen theoretisch begründet, sondern dem Ergebnis von Vers unter andern Bedingungen mit andern Stoffen angegl (s. Holmboe D. p. J. 1910). Sie stimmt nicht überei dem Ergebnis sorgfältiger Nusseltscher, Strahlscher anderer neuerer Versuche mit Bedingungen und Stoffen äh den vorliegenden (s. Nusselt, Z. V. d. I. 1917, S. Nach Holmboe ändert sich a_{1R} über die ganze Rohr hin nicht, denn $w \cdot \gamma$ oder $\frac{G}{q}$ ist innerhalb eines Rohres kon während es nach den angegebenen neueren Versuchen Rohreintritt zum Rohraustritt hin stark abfällt, also wie der Verfasser behauptet, »unabhängig von den einz Temperaturunterschieden der Heizgase in den Rohren«, »lediglich abhängig von dem Verhältnis des Rohrquersch zum Heizgasgewicht« ist. Das ist für die weitere Berech sehr wichtig.

Temperaturabfall in den Heizrohren.

Trotz dieser unhaltbaren vereinfachenden Annahme über die Langkesselrohrlänge unveränderlichen a_{1R} bzw. hauptet der Verfasser, dafs »der Verlauf des Tempera abfalls in den Heizrohren nicht bekannt« sei, — wohl heifsen: durch einen einzigen mathematischen Ausd nicht darstellbar sei — und zwar, weil »die spezifische W des Heizgases c veränderlich und abhängig von der zu möglichst vollkommenen Verbrennung erforderlichen Luftm von dem vorhandenen Luftüberschufs und von der Zusam setzung des Brennstoffes« sei. Tatsächlich ist c aufser dieser Zusammensetzung und dem tatsächlich vorhand Luftüberschufs vor allem von der Temperatur der Feue abhängig. Da er sich innerhalb der hier vorliegenden Temper grenzen ziemlich gradlinig mit der Temperatur des Gases aufserdem nur sehr wenig mit ihr ändert — bei 100° Temper änderung ungefähr um 0,7% —, so kann man seine Verä lichkeit im Rohr hinreichend genau durch einen Mittelwe als das arithmetische Mittel der wirklichen spezifis Wärme c am Anfang und am Ende des Rohres, unter Schät der Gasendtemperatur im Rohre, erfassen und für die gesu Beziehung zwischen Rohrheizfläche und Heizgastemperatur im bei vorläufiger Annahme eines unveränderlichen mitt k_m den bekannten Ausdruck anwenden:

$$H = \frac{c_m \cdot G}{k_m} \ln \frac{t_e - t_a}{t_a - t_o},$$

n G die die Heizfläche H in der Stunde bestreichende Heiz-
nenge in kg, t_e und t_a die Anfangs- und Endtemperaturen
Heizgase in den Rohren bedeuten

Wirkliche Schwierigkeiten macht dagegen die mathematische
ıssung des tatsächlich stark über die Rohrlänge hin ver-
erlichen k. Strahl hat einen Weg zu ihrer Lösung ge-
ıen (V. d. I. 1917), der mit kleinen nicht das Wesen
effenden Korrekturen zum Ziel führen dürfte. Der Verfasser
t aber diesen Weg nicht, sondern stellt nach Brückmann
H den Ausdruck auf:

$$H = \frac{G}{k} \sum_{t_e}^{t_a} \frac{c_{m_1} \cdot t_1 - c_{m_2} \cdot t_2}{t_m - t_o},$$

in $(t_1 - t_2)$ kleine Temperaturstufen in dem Bereich
$- t_a)$ mit dem jedesmaligen Mittelwert t_m sind und $k = \varkappa\, a_{1R}$
h Holmboe eine Funktion von $\frac{G}{q}$ ist. Weiter schreibt er:

$$\frac{H}{q} = \frac{4\,l}{d} = \frac{1}{k \frac{q}{G}} \sum_{t_e}^{t_a} \frac{c_{m_1} \cdot t_1 - c_{m_2} t_2}{t_m - t_o},$$

in l und d Länge und inneren Durchmesser der Rohre
euten und bezeichnet

$$\frac{1}{k \cdot \frac{q}{G}} = f\left(\frac{G}{q}\right) \text{ als »Wärmeübertragungswert« U,}$$

$$\sum_{t_e}^{t_a} \frac{c_{m_1} \cdot t_1 - c_{m_2} t_2}{t_m - t_o} \text{ als »mittleren Wärmewert« W,}$$

also die Wärmemenge ist, die von 1 kg Heizgas für 1^0
tleren Temperaturunterschieds von den Heizgasen an das
sselwasser abgegeben werden kann, der aber nicht, wie
fasser definiert, »der Wärmemenge entspricht, die bei mitt-
m Temperaturunterschied von den Heizgasen an das Kessel-
sser abgegeben werden kann«.

U und W werden dann vom Verfasser ermittelt, U sehr ein-
h als $f\left(\frac{G}{q}\right)$, $W = \frac{c_{m_e} t_e - c_{m_a} \cdot t_a}{t'_m - t_o}$ umständlich durch
mmation von $\frac{c_{m_1} \cdot t_1 - c_{m_2} \cdot t_2}{t_m - t_o}$ der einzelnen Temperaturstufen.

bei hält der Verfasser t_m und t'_m nicht auseinander, die doch
as ganz verschiedenes bedeuten, t_m die — jedesmal an-
ommene — Heizgasmitteltemperatur jeder Stufe $(t_1 - t_2)$, t'_m
gegen die errechnete Heizgasmitteltemperatur zwischen
nd t_a, für die in Wirklichkeit der bekannte Ausdruck besteht:

$$t'_m = t_o + \frac{t_e - t_a}{\ln \frac{t_e - t_o}{t_a - t_o}}.$$

Wärmeübertragung durch die Rauchrohr- und Überhitzerheizflächen.

U und W werden weiterhin vom Verfasser auf alle im
komotivkessel vorkommenden Wärmeübertragungen angewandt.
leitet er zur Ermittlung der Wärmeübertragung
rch die Rauchrohr- und Überhitzerheizflächen
das Kesselwasser und an den Dampf zunächst einen Ausdruck
W, das hier mit W_m bezeichnet sei, ab. W_m ist nach obiger
finition also diejenige Wärmemenge, die von 1 kg Heizgas
1^0 mittleren Temperaturunterschieds zwischen den Heizgasen
erseits, dem Kesselwasser und dem Dampf im Überhitzer
dererseits an das Kesselwasser und an den Dampf an der
uchrohr- und an der Überhitzerheizfläche abgegeben wird.
r Bestimmung von W_m ist eine Zerlegung der Gesamtwärme-
gabe in die auf die Rauchrohr- und die Überhitzerfläche H_1
d H_2 entfallenden beiden Bestandteile nicht zu umgehen, schon
weil an beiden Flächen verschiedene Temperaturen des auf-
nehmenden Stoffes Wasser und Dampf bestehen. Demgemäfs
zerlegt auch der Verfasser W_m in W_1 und W_2. Er setzt ohne weiteres
$W_m = \frac{W_1 + W_2}{2}$ mit $W_1 = \frac{H_1 \cdot k_1}{\frac{G}{2}}$, $W_2 = \frac{H_2 \cdot k_2}{\frac{G}{2}}$, worin G die
ganze stündlich durch das ganze Rauchrohrnetz strömende Gas-
gewichtsmenge in kg bedeutet, ohne etwas über die Zulässigkeit
und Genauigkeit dieser Setzung zu sagen. Tatsächlich ergibt
sich angenähert:

$$W_m \cdot \frac{G}{k_m} = H_1 + H_2 = \frac{G_1}{k_1} \frac{c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_{a_1}} \cdot t_{a_1}}{t'_m - t_o} + \frac{G_2}{k_2} \frac{c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_{a_2}} \cdot t_{a_2}}{\tau},$$

$$\text{also } W_m = \frac{H_1 + H_2}{G} \cdot k_m =$$

$$= \frac{k_m}{G} \left(\frac{G_1}{k_1} \frac{c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_{a_1}} \cdot t_{a_1}}{t'_m - t_o} + \frac{G_2}{k_2} \frac{c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_{a_2}} \cdot t_{a_2}}{\tau} \right).$$

In diesen Gleichungen bedeuten:

G_1 die H_1 beheizende stündliche Gasmenge,

G_2 die H_2 beheizende stündliche Gasmenge,

so dafs $G_1 + G_2 = G$,

k_m einen Mittelwert von k_1 und k_2,

t_{a_1} und t_{a_2} gedachte Austrittstemperaturen der Heizgase an der Rauchrohrwand bzw. am Überhitzer, die auftreten würden, wenn G_1 und G_2 voneinander isoliert wären, also kein Wärmeaustausch zwischen ihnen aufträte, was ja in Wirklichkeit nie zutrifft. Die wirklichen Austrittstemperaturen dürften diesen gedachten nahe liegen; sie lassen sich vorläufig rechnerisch wohl kaum genau erfassen,

t_e die Temperatur der Heizgase beim Eintritt in den vom Überhitzer besetzten Teil der Rauchrohre,

τ den mittleren Temperaturunterschied zwischen Heizgasen und Dampf des Überhitzers.

Wenn der Verfasser an Stelle dieses Ausdrucks ableitet:

$$W_m = \frac{W_1 + W_2}{2} = \frac{H_1 \cdot k_1}{G} + \frac{H_2 \cdot k_2}{G} =$$

$$= \frac{c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_a} \cdot t_a}{2} \left(\frac{1}{t'_m - t_o} + \frac{1}{\tau} \right),$$

so macht er damit stillschweigend folgende Voraussetzungen:

1. $G_1 = G_2 = \frac{G}{2}$, also $q_1 = q_2 = \frac{q}{2}$,
2. $t_{a_1} = t_{a_2} = t_a$,
3. $k_1 = k_2 = k_m$.

Zu 1. In der Ableitung des Verfassers wird diese Voraussetzung verschleiert, indem fälschlich gesetzt wird:

$$\frac{H_1}{q} = U_1 \cdot W_1 \text{ statt } \frac{H_1}{\frac{q}{2}} = U_1 \cdot W_1;\ \text{wäre } \frac{H_1}{q} = U_1 \cdot W_1$$

richtig, so würde sich durch Einsetzen des vom Verfasser vorher aufgestellten richtigen Ausdrucks $U_1 = \frac{1}{k_1 \cdot \frac{q}{G}}$ in $\frac{H_1}{q} =$

$= U_1 \cdot W_1$ ergeben: $\frac{H_1}{q} = \frac{1}{k_1 \cdot \frac{q}{G}} \cdot W_1$ oder $W_1 = \frac{H_1}{q} \cdot k_1 \cdot \frac{q}{G} = \frac{H_1 \cdot k_1}{G}$,

während Verfasser $W_1 = \frac{H_1 \cdot k_1}{\frac{G}{2}}$ ableitet! Das Verhältnis $\frac{G_1}{G_2}$
ist vor allem abhängig von der Gröfse und Form von H_1 und H_2; $G_1 = G_2$ trifft beim Grofsrohrüberhitzer wohl einigermafsen, beim Kleinrohrüberhitzer aber gar nicht zu; hier dürfte im Mittel etwa $G_1 = 2 \cdot G_2$ zu rechnen sein.

Zu 2. Die gedachten Temperaturen t_{a_1} und t_{a_2} dürften im allgemeinen nicht gleich sein, weil der Wärmeübergang an beiden Heizflächen H_1 und H_2 immer verschieden ist. Nimmt man ein wirkliches über den ganzen Querschnitt gleiches t_a an, so ist dieses etwa gleich $\frac{t_{a_1} + t_{a_2}}{2}$ zu setzen. Ob im ganzen Rauchrohrquerschnitt die gleiche Austrittstemperatur t_a auftritt, oder tatsächlich ein Unterschied zwischen der Austrittstemperatur der Gase an der Rauchrohrwand und am Überhitzer besteht, hängt ab vom Mafs der Wirbelung, von der Form des freien Gasquerschnitts und von der Gröfse der Differenz $t_{a_1} - t_{a_2}$. Diese Frage bedarf noch experimenteller Klärung.

Zu 3). $k_1 = k_2 = k_m$ ist nie vorhanden, weil das α_2 des Dampfes im Überhitzer stets viel kleiner als das des Wassers im Kessel ist (etwa $^1/_{10}$). Der Fehler ist allerdings nicht grofs, k_2 kann ziemlich allgemein etwa 0,9 k_1 gesetzt werden. k_m ist etwa $= (k_1 + k_2)\frac{1}{2}$ zu setzen.

Die Voraussetzungen 1. und 2. des Verfassers führen zu $Q_1 = (c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_a} \cdot t_a)\frac{G}{2} = Q_2$, was in der Folge von ihm nicht beachtet ist, was ja auch durchaus nicht zutrifft. Zur genaueren Bestimmung von Q_1 und Q_2 nach seiner Gleichung sind notwendig die gedachten Temperaturen t_{a_1} und t_{a_2} einzuführen.

Die genannten Voraussetzungen hätten wenigstens als solche angegeben werden müssen. Sie werden aber vollkommen stillschweigend gemacht. Ihre Erörterung zeigt, dafs der Ausdruck des Verfassers $W_m = \frac{W_1 + W_2}{2} = \frac{H_1 \cdot k_1}{G} + \frac{H_2 \cdot k_2}{G}$ nur eine grobe Annäherung an die wirklichen Verhältnisse darstellt.

In des Verfassers Ausdruck für W_m sind nun alle Werte bekannt bis auf τ. Zu dessen Bestimmung setzt er $\tau = t_ü$, der Heifsdampftemperatur, auf den späteren Beweis der Richtigkeit dieser Gleichsetzung verweisend, ermittelt τ aus der bekannten Beziehung:

$$\tau = \frac{t_e - t_{a_2}}{\ln \frac{t_e - \frac{t_ü + t_o}{2}}{t_{a_2} - \frac{t_ü + t_o}{2}}}, \quad \ldots\ldots 1)$$

— also unter Annahme einer über die Überhitzerlänge unveränderten mittleren Dampftemperatur —, worin er, wie gesagt, $t_ü = \tau$ und $t_{a_2} = t_a$ setzt, so dafs dann τ nur von t_e und t_a abhängig erscheint, und bestimmt so W_m. Dies W_m stellt er dann für verschiedenes t_e in Abhängigkeit von t_a graphisch dar. Tatsächlich ist aber die Gleichsetzung von τ und $t_ü$ vollkommen unbegründet, ist also nach Gleichung 1) τ nicht nur von t_e und t_a, wie Verfasser behauptet, sondern aufserdem von $t_ü$ abhängig, das noch zu bestimmen ist. Zu dessen Bestimmung steht die weitere Beziehung zur Verfügung:

$$Q_2 = D \cdot c_{m_D} \cdot (t_ü - t_o) = (c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_{a_2}} \cdot t_{a_2})\, G_2, \quad \ldots 2)$$

worin D die den Überhitzer stündlich durchstreichende Dampfmenge in kg, c_{m_D} die mittlere spezifische Wärme des Heifsdampfes im Überhitzer bezeichnet, c_{m_D} sich hinreichend genau schätzen läfst, weil es sich nur wenig mit $t_ü$ ändert. Diese Gleichung zeigt, dafs $t_ü$ bei festliegendem t_e und t_{a_2} mafsgebend bestimmt wird durch $\frac{G_2}{D}$, derart, dafs $(t_ü - t_o)$ sich annähernd proportional $\frac{G_2}{D}$ ändert. Man kann also gar nicht allgemein W_m oder annähernd $(W_1 + W_2)\frac{1}{2}$ als Funktion von t_e und $t_{a_2} = \sim t_a$ bestim

ohne Kenntnis des Verhältnisses $\frac{G_2}{D}$, also des Gasgewicht Überhitzer zum Dampfgewicht im Überhitzer. Da Verfasser Verhältnis vollkommen vernachlässigt, stimmt seine Berech von W_m nur für $\tau = t_ü$, d. h. für ganz bestimmte und mit veränderliche Verhältnisse $\frac{G_2}{D}$, die z. T. weit von der Lokomotivkessel wirklich vorkommenden abweichen, wie w unten gezeigt werden wird.

Zu seinem Irrtum $\tau = t_ü$ kommt der Verfasser auf folg Weise: Er nimmt in Gleichung 1) ohne weiteres t_a bei schiedenem $t_ü$ unveränderlich an, während es sich tatsäc nach Gleichung 2) ändert und schliefst nun in folgender W Da τ für die im Überhitzer ausgetauschte Wärme mafsge ist, diese ausgetauschte Wärme bei möglichst kleinem möglichst grofse Wärmeübertragung bei guter Überhit gewährleisten soll und τ und $t_ü$ einander (nach Gleichun gegenseitig beeinflussen, so ist gröfstmögliches τ bei gr möglichem $t_ü$ anzustreben und das wird nur erreicht bei $\tau =$ Dagegen ist zu sagen: Erstens ist nicht τ, sondern $k_2 \cdot \tau$ die auf 1 m² H_2 stündlich ausgetauschte Wärmemenge mafsgeb — weil $Q_2 = k_2 \cdot \tau \cdot H_2$ —; k_2 aber ist wesentlich durch Gasgeschwindigkeit, also G_2 bestimmt. Zweitens kommt es nich auf gröfstmöglichen Wärmeaustausch, sondern auf möglichst gr Wärmeaustausch unter nicht allzu hoher Steiger von t_a mit Rücksicht auf den mit wachsendem t_a zunehme Abgasverlust an. Drittens sind τ und $t_ü$ nur bei unveränderli t_e und t_a eindeutig durcheinander bestimmt und müfste, dam — genauer t_{a_2} —, unveränderlich bleiben kann, nach Gleichu $\frac{G_2}{D}$ ungefähr proportional der Überhitzung $(t_ü - t_o)$ zu neh während es in Wirklichkeit ziemlich unverändert bleibt, t_a mit wachsendem $t_ü$ sinkt, mithin τ und $t_ü$ nicht einde durcheinander bestimmt sind. So ist die Forderung: mögl grofses τ bei möglichst grofsem $t_ü$ nicht haltbar. Selbst v man diese Forderung und die feste Abhängigkeit zwische und τ nach Abb. 2, — einer Wiederholung von Abb. 41 Verfassers — gelten liefse, könnte man daraus noch r schliefsen, dafs diese Forderung nur bei $\tau = t_ü$ erfüllt wü Da nun sowohl jene Forderung unbegründet ist als auch d feste Abhängigkeit nicht besteht, hat es gar keinen S $\tau = t_ü$ der weiteren Rechnung zugrunde zu legen, wie Verfa es tut.

Zu welchen ganz merkwürdigen Beziehungen die nachlässigung von $\frac{G_2}{D}$ und der Veränderlichkeit von t_a fü zeigt deutlich Abb. 2. Hier wird $t_{ü_{max}}$, d. h. die gröfste Ü hitzung mit $\tau = 0$, also $Q_2 = 0$, erreicht und bei τ_{max}, $Q_{2_{max}}$ ist $t_ü = 0$! Das kommt daher, dafs dem $\tau = 0$, $t_ü = t$ ein $D = 0$, also $\frac{G_2}{D} = \infty$ entspricht, dem $\tau = \tau_{max}$, $t_ü =$ dagegen ein $D = \infty$, $\frac{G_2}{D} = 0$!, also Verhältnisse von $\frac{G_2}{D}$, niemals vorkommen.

Tatsächlich angenähert bestimmen läfst sich $t_ü$ aus der bindung von Gleichung 2) mit dem bekannten Ausdruck:

$$H_2 = \frac{G_2}{k_2} \cdot c_m \cdot \ln \frac{t_e - \frac{t_ü + t_o}{2}}{t_{a_2} - \frac{t_ü + t_o}{2}}, \quad \ldots\ldots$$

worin c_m das arithmetische Mittel der wirklichen spezifisc Wärmen des Heizgases für $t = t_e$ und für $t = t_{a_2}$ bedeutet,

seiner geringen Veränderlichkeit mit t hinreichend genau ätzt werden kann. Setzt man in diesen Ausdruck:

$$\frac{tü + to}{2} = \frac{c_m}{c_{m_D}} \frac{G_2}{D} \frac{t_e - t_{a_2}}{2} + to$$

Gleichung 2) ein, so erhält man:

$$H_2 \cdot \frac{k_2}{G_2 \cdot c_m} = \ln \frac{t_e - t_o - \frac{c_m}{c_{m_D}} \frac{G_2}{D} \frac{t_e - t_{a_2}}{2}}{t_{a_2} - t_o - \frac{c_m}{c_{m_D}} \frac{G_2}{D} \frac{t_e - t_{a_2}}{2}} \quad . \; . \; 4)$$

angenähert, auf dem Boden des Verfassers

$$\frac{1}{c_m} \frac{H_2 \cdot k_2 + H_1 \cdot k_1}{G} = \frac{1}{c_m} \frac{W_1 + W_2}{2} =$$

$$= \ln \frac{t_e - t_o - \frac{c_m}{c_{m_D}} \cdot \frac{G}{2D} \frac{t_e - t_a}{2}}{t_a - t_o - \frac{c_m}{c_{m_D}} \cdot \frac{G}{2D} \frac{t_e - t_a}{2}} \quad . \; . \; . \; 4a)$$

diesem Ausdruck 4a) soll hier weitergerechnet werden. irgend ein $G_2 : D$ und t_e erhält man dann aus 4a) t_a und r durch Einsetzen von diesem in Gleichung 2) unter Gleichn von t_{a_2} und t_a: . . . . $t_ü$. Danach ist in Wirklichkeit es t_e, grofses k_2 und grofses G_2 anzustreben, aber zu besichtigen, dafs Wachsen von G_2 bei gegebener Gesamtgasge eine Verminderung der die Verdampfungsheizhen bestreichenden Gasmenge, mithin der erzeugten pfmenge D und ein geringes Ansteigen von t_a, also Vererung des Kesselwirkungsgrades, zur Folge hat. Näher uf einzugehen, ist hier nicht der Ort.

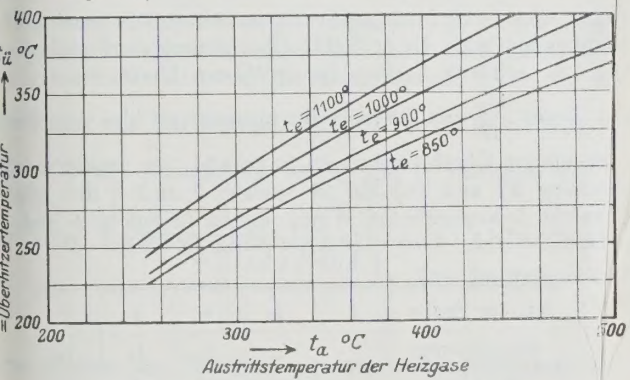


Abb. 3.

Abb. 42 des Verfassers, hier als Abb. 3 wiedergegeben, $t_ü$ als Funktion von t_e und t_a unter der Voraussetzung $t_ü = \tau$ gestellt, gilt also auch nur für stark veränderliches $\frac{G_2}{D}$! er folgenden Übersicht 1 sind die einigen zusammengehörigen t_a- und $t_ü$-Werten der Abb. 42 (3) entsprechenden te von $\frac{G_2}{D}$ zusammengestellt; dabei ist $t_o = 190^0$ anommen und $t_{a_2} = t_a$ gesetzt. $\frac{G_2}{D}$ schwankt also in sehr kem Mafse und wird bei hohem $t_ü$ sehr grofs; es ist nicht tig, dafs »die Schaulinien der Abb. 42 erkennen lassen, bei gegebenen Eintrittstemperaturen t_e möglichst hohe trittstemperaturen t_a auf die Höhe der Dampfüberhitzung von ausschlaggebender Bedeutung sind«, sondern die hohe rhitzung wird bei hoher Austrittstemperatur nur erreicht ch das hohe $\frac{G2}{D}$, z. B. $t_ü = 350^0$ bei $t_e = 900^0$, $t_a = 435^0$ $\frac{G_2}{D} = 0{,}80$, was in Wirklichkeit nie erreicht wird! An sich, bei unverändertem $\frac{G_2}{D}$, t_e und t_o senkt ein Anwachsen der Austrittstemperaturen t_a die Überhitzungstemperatur $t_ü$, wie aus Gleichung 2) ohne weiteres hervorgeht. Hiernach ergeben sich z. B. für $t_e = 900^0$ und unverändertes $\frac{G_2}{D} = 0{,}46$ die mit $t'_ü$ in der Übersicht 1 bezeichneten Überhitzungstemperaturen.

Übersicht 1.

	$t_ü$	250°	300°	325°	350°	400°
$t_e = 900^0$	t_a	275°	348°	390°	435°	
	$\frac{G_2}{D}$	0,22	0,46	0,61	0,80	
	$t_ü'$	315°	300°	292°	283°	
$t_e = 1000^0$	t_a	260°	323°	360°	400°	470°
	$\frac{G_2}{D}$	0,19	0,37	0,49	0,61	0,91
$t_e = 1100^0$	t_a	245°	304°	338°	372°	450°
	$\frac{G_2}{D}$	0,16	0,32	0,41	0,51	0,75

Heifsdampftemperatur.

Die Folgen dieses Fehlers zeigen sich zunächst bei des Verfassers Ermittlung der Heifsdampftemperaturen $t_ü$ für ein gegebenes Rauchrohr mit Überhitzer bei festliegendem $t_e = 1000^0$ und verschiedenem das Rauchrohr stündlich durchstreichenden Gasgewicht G. Der Verfasser setzt zunächst wieder $W_m = \frac{1}{G}(H_1 \cdot k_1 + H_2 \cdot k_2)$, bestimmt dann t_a aus der oben erwähnten bildlichen Darstellung von W_m als Funktion von t_a und schliefslich $t_ü$ aus Gleichung 1) mit $\tau = t_ü$ bzw. aus Abb. 3 (42). Da jene bildliche Darstellung von W_m und Abb. 3 (42) nur für $\tau = t_ü$, also, wie oben ausgeführt und in Übersicht 1 zahlenmäfsig angegeben, nur für ein $\frac{G}{D}$ bzw. G, das sich in bestimmtem Zusammenhang mit t_e, t_a und $t_ü$ ändert, gilt, so ist von vornherein nicht zu erwarten, dafs diejenigen t_a und $t_ü$, die Verfasser für verschiedene willkürliche Annahmen von G berechnet, richtig sind. Zur Bestimmung der Fehlergröfse müssen wir ein Mafs von D, worüber der Verfasser keine Angaben macht, annehmen; und dies D sei als unveränderlich angesehen. Bei Zugrundelegung der Zahlenwerte des Verfassers für $G = 2G_2 = 300$ kg/Std. für ein Rauchrohr, $t_{a_2} = t_a = 371°$, $t_ü = 332^0$, $t_e = 1000^0$ und $t_o = 190^0$ erhält man aus Gleichung 2) ein $D = 283$ kg/Std. also $\frac{G_2}{D} = 0{,}53$, das als ziemlich normal angesehen werden kann und der folgenden Rechnung zugrundegelegt werden soll. Nach Gleichung 2) mufs nun bei Änderung von Q_2 auf Q'_2, G_2 auf G'_2, D auf D', $t_ü$ auf $t'_ü$, t_a auf t'_a das Verhältnis bestehen:

$$\frac{Q_2}{Q'_2} = \frac{D \cdot c_{m_D} (t_ü - t_o)}{D' c'_{m_D} (t'_ü - t_o)} = \frac{G_2 \left(c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_{a_2}} \cdot t_{a_2}\right)}{G'_2 \left(c_{m_e} \cdot t_e - c'_{m_{a_2}} \cdot t'_{a_2}\right)};$$

c_{m_D} und c'_{m_D} können mit genügender Genauigkeit gleichgesetzt werden. Dann erhält man bei unverändertem stündlichem Dampfgewicht, also $D = D'$ und Gleichsetzung von t_{a_2} und t_a

$$\frac{t_ü - t_o}{t'_ü - t_o} = \frac{G_2 \left(c_{m_e} t_e - c_{m_a} t_a\right)}{G'_2 \left(c_{m_e} t_e - c'_{m_a} t'_a\right)} \quad . \; . \; . \; . \; 5)$$

Somit ergeben sich für unverändertes D und Anwachsen von

G von 300 kg auf 450 kg für t_a und $t_ü$ nach Gleichung 4a) und 5) die Werte der Spalten 3 und 4 der folgenden Übersicht 2, denen in den Spalten 5 und 6 die des Verfassers gegenübergestellt sind.

Übersicht 2.

Nr. der Spalte	1	2	3	4	5	6
Bezeichnung	G	$\frac{G_2}{D} = \frac{G}{2D}$	t_a	$t_ü$	t_a	$t_ü$
Einheit	kg/Std.	—	°C	°C	C°	C°
	300	0,55	385	329	371	332
	350	0,61	393	350	384	340
	400	0,70	402	370	395	346
	450	0,78	411	389	406	352

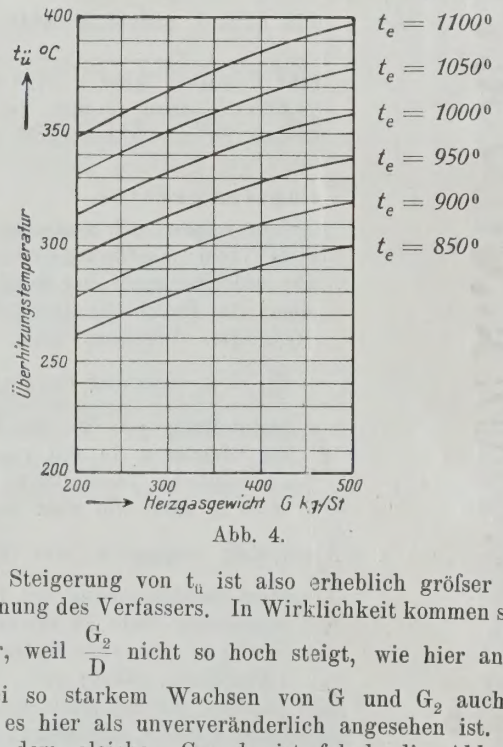


Abb. 4.

Die Steigerung von $t_ü$ ist also erheblich gröfser als nach der Rechnung des Verfassers. In Wirklichkeit kommen so hohe $t_ü$ nicht vor, weil $\frac{G_2}{D}$ nicht so hoch steigt, wie hier angegeben, da D bei so starkem Wachsen von G und G_2 auch wächst, während es hier als unveränderlich angesehen ist.

Aus dem gleichen Grunde ist falsch die Abb. 44 des Verfassers, hier wiedergegeben als Abb. 4, in der die $t_ü$ bei verschiedenem t_e über G = 200 ÷ 500 kg/Std. für den gleichen Überhitzer aufgetragen sind. Bei jedem G fällt die Änderung von $t_ü$ mit t_e nach Gleichung 4a) und 5) viel schwächer aus, z. B. ergibt sich bei G = 300 kg/Std. und unveränderlichem D

für ein t_e von 850°, 900°, 1000°, 1100°
etwa ein $t_ü$ von 306°, 314°, 329°, 346°
statt 268°, 296°, 332°, 368°;

die einzelnen Kurven liegen also viel dichter übereinander und steigen mit G oder G_2 viel stärker an.

Besonders verhängnisvoll wird die Vernachlässigung des Einflusses von $\frac{G_2}{D}$ auf $t_ü$ bei des Verfassers Bestimmung der Abhängigkeit der Temperatur $t_ü$ von verschiedenen Rauchrohr- und Überhitzerabmessungen unter Annahme eines unveränderlichen $\frac{G_2}{D}$ und t_e. Aus dieser Vernachlässigung erklärt sich zunächst sein Satz: »Besteht keine Möglichkeit genügender Erhöhung von t_e, so sind zur Erzielung guter Überhitzung entsprechend hohe t_a anzustreben«. Nein, Erhöhung von t_a allein bei vom Verfasser angenommenen veränderlichem $\frac{G_2}{D}$ führt nicht zu Erhöhung, sondern zu niedrigung von $t_ü$, was nicht nur ein Blick auf Gleichung sondern auch die einfache Überlegung sagt, da unveränderlich $\frac{G_2}{D}$ und wachsendes t_a eine Abnahme von Q_2 bedeutet, Sinken von $t_ü$ zur Folge haben mufs. Nur, wenn das Ste von t_a verursacht ist durch Zunahme von $\frac{G_2}{D}$, kann es Wachsen von $t_ü$ führen, wie wieder Gleichung 2) zusammen Gleichung 4a) erkennen läfst.

Verfasser berechnet t_a und $t_ü$ genau wie oben. Er unters unter Nr. 1 zunächst ein Rauchrohr mit Überhitzer, das von dem oben behandelten (Übersicht 2) nur durch eine e gröfsere Länge, also gröfsere H_1 und H_2 unterscheidet, ermi hierfür bei gleichbleibendem G = 400 kg/Std., aber jetzt gelegtem $\frac{G_2}{D}$ erheblich kleinere t_a und $t_ü$ und erklärt niedrigere $t_ü$ aus dem Sinken von t_a, also der weiteren Heru kühlung der Heizgase. Das Sinken von t_a und $t_ü$ stimm hat aber einen ganz anderen Grund, nämlich den eines viel kleineren Verhältnisses $\frac{G_2}{D}$! Nach Gleichung 2) e man für des Verfassers Werte $t_e = 1000°$, $t_a = 328°$, $t_ü =$ ein $\frac{G_2}{D} = 0{,}39$, während dem oben behandelten kürz Rauchrohr nach Übersicht 2 ein $\frac{G_2}{D}$ von 0,70 zugeh Wegen dieser erheblich gröfseren verhältnismäfsigen stündli Dampfmenge mufs die erreichte Überhitzung stark sinken, n wegen, sondern trotz der gröfseren Heizfläche H_2. man dieses $\frac{G_2}{D} = 0{,}39$ auch den übrigen vier hier vom Verfa untersuchten Überhitzerformen zugrunde, so erhält man Gleichung 2) und 4a) die in Spalten 2 und 3 der folge Übersicht 3 angegebenen Werte, denen in Spalte 4 und 5

Übersicht 3.

Nr. der Spalte	1	2	3	4	5
Bezeichnung		t_a	$t_ü$	t_a	$t_ü$
Einheit		°C	°C	°C	°C
	1	342	301	328	303
	2	355	299	348	317
	3	354	299	346	318
	4	380	294	381	338
	5	396	292	404	351

Werte des Verfassers gegenübergestellt sind. Diese 4 we untersuchten Überhitzerformen unterscheiden sich durch folge Merkmale von der ersten: Nr. 2 ÷ 5 haben Überhitzerro von kleinerem Durchmesser d, in Nr. 3 ist aufserdem Überhitzerelement etwas näher an die Rohrwand herangerü also etwas länger, bei Nr. 4 ist aufser Verkleinerung vo der dritte und vierte Strang des Überhitzerelementes erheb gekürzt. In Nr. 5 sind aufser Verringerung von d Rauch und Überhitzerrohre um das gleiche Mafs gekürzt. Du Verkleinerung von d erhöht man in Nr. 2 t_a von 342° 355° und senkt $t_ü$ etwas, von 301° auf 299°, weil H_2 und sinken, während beim Verfasser $t_ü$ steigen soll infolge von Stei von t_a. Dabei ist aber ausdrücklich nach Verfasser vora gesetzt, dafs $\frac{G_2}{D}$ unverändert bleibt. In Wirklichkeit hat

inern von d ein Steigen von $\frac{G_2}{D}$ und damit von $t_ü$ zur

Die Veränderung von Nr. 3 gegenüber 2 hat fast Einfluſs auf $t_ü$. Das Abschneiden des dritten und vierten von Nr. 4 hat nicht Erhöhung, sondern eine geringe derung von $t_ü$ zur Folge, die sich aus der Verkleinerung und k_2 erklärt. Doch ist hier der Zahlenwert von $t_ü$ ganz zuverlässig; in Wirklichkeit dürfte die Abnahme von h geringer sein, weil die weggeschnittene Heizfläche r wert ist als die stehengebliebene, unter Umständen noch Wärme abgibt. Der Verfasser erklärt das vermeint-teigen von $t_ü$ trotz zugegebenen Sinkens von k_2 aus dem von t_a bei unverändertem $\frac{G_2}{D}$, das gerade ein Sinken uft. Das Kürzen der Überhitzerrohre in Nr. 5, also inerung von H_2, hat eine Abnahme von $t_ü$ zur Folge igerung von t_a. Würde $t_ü$ hier wirklich, nach Verfasser, ien, so würde man im Kürzen der Überhitzerrohre bei leibendem G_2 und D und unveränderlichem k_2, also Ver-ng der Wärmeabgabe an den Überhitzer, ein äuſserst aftliches Mittel zur beliebigen Steigerung der Überhitzung würde um so höheres $t_ü$ bei gleicher Dampfmenge er-je weniger Wärme der Überhitzer aufnimmt!! Der Ver-sagt in diesem Sinne ausdrücklich: »Mit der Verkürzung ohre ist die Überhitzerheizfläche verkleinert worden und eitig eine Abnahme der übertragenen Wärmemenge ein-n. Infolge geringerer Wärmeübertragung in den Rohren Austrittstemperatur entsprechend gestiegen und damit die Höhe der Dampftemperatur«. Damit werden doch nge auf den Kopf gestellt.

Bei einem späteren Vergleich der Verdampfungs-keit eines Sattdampf- und eines Heifsdampf-els mit verschiedenen Überhitzerformen trübt die Ver-ssigung des Verhältnisses $\frac{G}{D}$ und die Gleichsetzung von τ für die Berechnung von t_a und $t_ü$ natürlich das Ergebnis der Vergleichsrechnung sehr stark, weil die t_a und $t_ü$ der Überhitzerkessel falsch werden und damit auch die im ganzen und durch die einzelnen Heizflächen übertragenen stündlichen Wärmemengen. Besonders stark sind die Fehler beim Kleinrohrüberhitzer, weil hier das wirkliche $\frac{G_2}{D}$ noch sehr viel mehr von dem — unbewufst — der Rechnung des Verfassers zugrundeliegenden abweicht als beim gewöhnlichen Grofsrohrüberhitzer. Dafs im Kleinrohrüberhitzer zwei ganz verschiedene Gasaustrittstemperaturen in den beiden Rauchrohren eines Elementes auftreten, weil der Dampf in ihnen eine ganz verschiedene Temperatur hat, wird durch das Verfahren des Verfassers ebenfalls nicht erfafst. Das $t_ü$ dieses Überhitzers wird daher in Wirklichkeit viel gröfser, als er es berechnet. Nach seiner Berechnung ist die Wärmeübertragung durch die Überhitzerheizfläche beim Kleinrohrüberhitzer etwa 50 % gröfser als beim Grofsrohrüberhitzer und trotzdem $t_ü$ bei jenem niedriger als bei diesem, und ist weiter die jedem kg Dampf mitgeteilte Wärmemenge beim Kleinrohrüberhitzer ungefähr doppelt so grofs wie zu dessen Überhitzung erforderlich ist. Nachdem Verfasser die Berechnung von t_a und $t_ü$ ohne Berücksichtigung von $\frac{G_2}{D}$ durchgeführt hat, führt er für alle verglichenen Kessel gleiches D ein, also, da er vorher gleiches G angenommen hat, gleiches $\frac{G}{D}$. Dem entspricht ein ganz bestimmtes $\frac{G_2}{D}$ der verschiedenen verglichenen Überhitzer, während der Rechnung des Verfassers — allerdings wohl, ohne dafs er es weifs —, infolge der Gleichsetzung von τ und $t_ü$ ganz andere weit von der Wirklichkeit abweichende Verhältnisse von $\frac{G_2}{D}$ zugrunde liegen. Davon abgesehen geht es nicht an, bei einem Kleinrohr- und bei einem Grofsrohrüberhitzer $\frac{G}{D}$ gleich grofs zu nehmen. (Schlufs folgt.)

---

die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnhöfen.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **Frohne**, Dresden.

Hierzu Tafel 27.

(Schlufs)

er Einfluſs der Zuglänge auf die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage.

Bei den in den Abschnitten I und II durchgeführten suchungen wurde, wie dies bei Leistungsberechnungen von hiebebahnhöfen im allgemeinen geschieht, mit einer durchtlichen Zuglänge von 120 Achsen gerechnet. Die abden Züge haben nun jedoch durchaus nich immer eine schnittliche Länge von 120 Achsen, sondern sind im tlichen kürzer. Nach der Wirtschaftsstatistik der Verebahnhöfe beträgt die durchschnittliche Stärke der Ausszüge 76 Achsen. Berücksichtigt man, dafs auf den en Bahnhöfen die Packmeisterwagen und dringende Spitzen nicht mit über den Ablaufberg gehen, so wird man die schnittliche Stärke der Ablaufzüge zu etwa 75 Achsen men können.

Die Länge ablaufender Züge hat auf die Leistungsfähigkeit Ablaufanlage einen doppelten Einfluſs. Einmal wird bei n Zügen die Zahl der Zwischenzeiten gröfser, zum anderen nach eingehenden Untersuchungen kurze Züge unter sonst ien Voraussetzungen eine gröfsere durchschnittliche Achszeit im Ablauf als längere Züge, weil die bei jedem Ablauf tenden Anfangszeitverluste für Ingangbringen des Zuges auf weniger Achsen verteilen als bei stärkeren Zügen. hierüber durchgeführten Untersuchungen sollen jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht näher behandelt werden, da sie die Gesamtleistungsfähigkeit einer Ablaufanlage nicht in dem Umfange beeinflussen wie die Häufung der Zwischenzeiten.

Da die durchschnittliche Länge der ablaufenden Züge auf den verschiedenen Bahnhöfen verschieden ist, wurde in Zusammenstellung 4a) bis e) die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage bei

a) 75 Wagen starken Zügen
b) 60 » » »
c) 45 » » »
d) 37,5 » » »
e) 30 » » »

errechnet, und zwar für Zuführungsgeschwindigkeiten von 0,3 bis 2,0 m/Sek., Zwischenzeiten von 0 bis 15 Min. und Annahme einer durchschnittlichen Wagenlänge von 9,50 m. Die errechneten Werte sind in den Abb. 1 bis 5 auf Taf. 27 zeichnerisch dargestellt.

Es zeigt sich, dafs die Leistungskurven bei den starken Zügen (75 Wagen) einen viel flacheren Verlauf haben als bei den schwächeren Zügen (z. B. 30 Wagen). Je kürzer also die Züge sind, um so mehr werden Bestrebungen vorhanden sein, die Zuführungsgeschwindigkeit und damit das ganze Arbeitstempo bei der Zugzerlegung zu steigern, da schon eine Erhöhung der Zuführungsgeschwindigkeit um $^1/_{10}$ m/Sek. eine merkbare Leistungssteigerung bringt.

Zusammenstellung 4. Stündliche Leistungsfähigk

a) Zugstärke = 75 Wagen (Abb. 1, Taf. 27).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lfde. Nr.	Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
1																		
2	Ablaufdauer in Minuten	39,58	29,69	23,75	19,79	16,96	14,84	13,19	11,88	10,80	9,90	9,13	8,48	7,92	7,42	6,98	6,60	6,25
—	Zwischenzeiten in Minuten																	
3	0	1,52	2,02	2,53	3,03	3,54	4,04	4,55	5,05	5,56	6,06	6,57	7,08	7,58	8,09	8,60	9,09	9,60
4	1	1,48	1,96	2,42	2,89	3,34	3,79	4,23	4,66	5,08	5,50	5,92	6,33	6,73	7,13	7,52	7,89	8,28
5	2	1,44	1,89	2,33	2,75	3,16	3,56	3,95	4,32	4,69	5,04	5,39	5,73	6,05	6,37	6,68	6,98	7,27
6	3	1,41	1,84	2,24	2,63	3,01	3,36	3,71	4,03	4,35	4,65	4,95	5,23	5,49	5,76	6,01	6,25	6,49
7	4	1,38	1,78	2,16	2,52	2,86	3,18	3,49	3,78	4,05	4,32	4,57	4,81	5,03	5,25	5,46	5,66	5,85
8	5	1,35	1,73	2,09	2,42	2,73	3,02	3,30	3,55	3,80	4,03	4,25	4,45	4,64	4,83	5,01	5,17	5,33
9	6	1,32	1,68	2,02	2,33	2,61	2,88	3,13	3,36	3,57	3,77	3,97	4,14	4,31	4,47	4,62	4,76	4,90
10	7	1,29	1,64	1,95	2,24	2,50	2,75	2,97	3,18	3,37	3,55	3,72	3,88	4,02	4,16	4,29	4,41	4,53
11	8	1,26	1,59	1,89	2,16	2,40	2,63	2,83	3,02	3,19	3,35	3,50	3,64	3,77	3,89	4,01	4,11	4,21
12	9	1,24	1,55	1,83	2,08	2,31	2,52	2,70	2,87	3,03	3,17	3,31	3,43	3,55	3,65	3,75	3,85	3,93
13	10	1,21	1,51	1,78	2,01	2,23	2,42	2,59	2,74	2,88	3,02	3,14	3,25	3,35	3,44	3,53	3,61	3,69
14	11	1,19	1,47	1,73	1,95	2,15	2,32	2,48	2,62	2,75	2,87	2,98	3,08	3,17	3,26	3,34	3,41	3,48
15	12	1,16	1,44	1,68	1,89	2,07	2,24	2,38	2,51	2,63	2,74	2,84	2,93	3,01	3,09	3,16	3,23	3,29
16	13	1,14	1,41	1,63	1,83	2,00	2,16	2,29	2,41	2,52	2,62	2,71	2,79	2,87	2,94	3,00	3,06	3,12
17	14	1,12	1,37	1,59	1,78	1,94	2,08	2,21	2,32	2,42	2,51	2,59	2,67	2,74	2,80	2,86	2,91	2,96
18	15	1,10	1,34	1,55	1,72	1,88	2,01	2,13	2,23	2,33	2,41	2,49	2,56	2,62	2,68	2,73	2,78	2,82

b) Zugstärke = 60 Wagen. (Abb. 2, Taf. 27).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lfde. Nr.	Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
1																		
2	Ablaufdauer in Minuten	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9,50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00
—	Zwischenzeiten in Minuten																	
3	0	1,89	2,53	3,16	3,79	4,42	5,05	5,68	6,32	6,94	7,58	8,21	8,84	9,48	10,10	10,73	11,36	12,00
4	1	1,84	2,42	3,00	3,57	4,12	4,66	5,19	5,71	6,22	6,73	7,22	7,70	8,19	8,65	9,10	9,55	10,00
5	2	1,78	2,33	2,86	3,37	3,85	4,32	4,78	5,22	5,64	6,05	6,44	6,83	7,20	7,56	7,91	8,24	8,57
6	3	1,73	2,24	2,73	3,19	3,62	4,03	4,42	4,80	5,15	5,49	5,82	6,13	6,43	6,71	6,98	7,25	7,50
7	4	1,68	2,16	2,61	3,03	3,41	3,78	4,12	4,44	4,75	5,03	5,31	5,56	5,81	6,04	6,26	6,47	6,67
8	5	1,64	2,09	2,50	2,88	3,23	3,55	3,86	4,14	4,40	4,64	4,87	5,09	5,30	5,48	5,67	5,84	6,00
9	6	1,59	2,02	2,40	2,75	3,07	3,36	3,62	3,87	4,10	4,31	4,51	4,69	4,87	5,03	5,18	5,32	5,45
10	7	1,55	1,95	2,31	2,63	2,92	3,18	3,42	3,64	3,84	4,02	4,19	4,35	4,50	4,64	4,77	4,89	5,00
11	8	1,51	1,89	2,22	2,52	2,78	3,02	3,23	3,43	3,61	3,77	3,92	4,06	4,19	4,30	4,42	4,52	4,62
12	9	1,48	1,83	2,14	2,42	2,66	2,87	3,07	3,24	3,40	3,55	3,68	3,80	3,91	4,02	4,11	4,20	4,29
13	10	1,44	1,78	2,07	2,32	2,55	2,74	2,92	3,08	3,22	3,35	3,47	3,57	3,67	3,76	3,85	3,93	4,00
14	11	1,41	1,73	2,00	2,24	2,44	2,62	2,78	2,93	3,05	3,17	3,28	3,37	3,46	3,54	3,62	3,69	3,75
15	12	1,37	1,68	1,94	2,16	2,35	2,51	2,66	2,79	2,91	3,01	3,11	3,19	3,27	3,34	3,41	3,47	3,53
16	13	1,34	1,63	1,88	2,08	2,26	2,41	2,55	2,67	2,77	2,87	2,95	3,03	3,10	3,17	3,23	3,28	3,33
17	14	1,31	1,59	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,55	2,65	2,74	2,82	2,89	2,95	3,01	3,06	3,11	3,16
18	15	1,29	1,55	1,76	1,95	2,10	2,23	2,35	2,45	2,54	2,62	2,69	2,75	2,81	2,87	2,91	2,96	3,00

c) Zugstärke = 45 Wagen (Abb. 3, Taf. 27).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lfde. Nr.	Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
1																		
2	Zwischenzeiten in Minuten	23,68	17,81	14,25	11,88	10,18	8,91	7,92	7,13	6,48	5,94	5,48	5,09	4,75	4,45	4,19	3,96	3,75
—	Ablaufdauer in Minuten																	
3	0	2,53	3,37	4,21	5,05	5,89	6,73	7,58	8,42	9,26	10,10	10,95	11,79	12,63	13,48	14,32	15,15	16,00
4	1	2,43	3,19	3,93	4,66	5,37	6,05	6,73	7,38	8,02	8,65	9,26	9,85	10,43	11,01	11,56	12,10	12,63
5	2	2,34	3,03	3,69	4,32	4,93	5,50	6,05	6,57	7,08	7,56	8,02	8,46	8,89	9,30	9,69	10,07	10,43
6	3	2,25	2,88	3,48	4,03	4,55	5,04	5,49	5,92	6,33	6,71	7,08	7,42	7,74	8,05	8,34	8,62	8,89
7	4	2,17	2,75	3,29	3,78	4,23	4,65	5,03	5,39	5,73	6,04	6,33	6,60	6,86	7,10	7,33	7,54	7,74
8	5	2,09	2,63	3,12	3,55	3,95	4,31	4,64	4,95	5,23	5,48	5,73	5,95	6,15	6,35	6,53	6,70	6,86
9	6	2,02	2,52	2,96	3,36	3,71	4,02	4,31	4,57	4,81	5,03	5,23	5,41	5,58	5,74	5,89	6,02	6,15
10	7	1,96	2,42	2,82	3,18	3,49	3,77	4,02	4,25	4,45	4,64	4,81	4,96	5,11	5,24	5,36	5,47	5,58
11	8	1,89	2,32	2,70	3,02	3,30	3,55	3,77	3,97	4,14	4,30	4,45	4,58	4,71	4,82	4,92	5,02	5,11
12	9	1,84	2,24	2,58	2,87	3,13	3,35	3,55	3,72	3,88	4,02	4,14	4,26	4,36	4,46	4,55	4,63	4,71
13	10	1,78	2,16	2,47	2,74	2,97	3,17	3,35	3,50	3,64	3,76	3,88	3,98	4,07	4,15	4,23	4,30	4,36
14	11	1,73	2,08	2,38	2,62	2,83	3,01	3,17	3,31	3,43	3,54	3,64	3,73	3,81	3,88	3,95	4,01	4,07
15	12	1,68	2,01	2,29	2,51	2,71	2,87	3,01	3,14	3,25	3,34	3,43	3,51	3,58	3,65	3,71	3,76	3,81
16	13	1,64	1,95	2,20	2,41	2,59	2,74	2,87	2,98	3,08	3,17	3,25	3,32	3,38	3,44	3,49	3,54	3,58
17	14	1,59	1,89	2,12	2,32	2,48	2,62	2,74	2,84	2,93	3,01	3,08	3,14	3,20	3,25	3,30	3,34	3,38
18	15	1,55	1,83	2,05	2,23	2,38	2,51	2,62	2,71	2,79	2,87	2,93	2,99	3,04	3,08	3,13	3,16	3,20

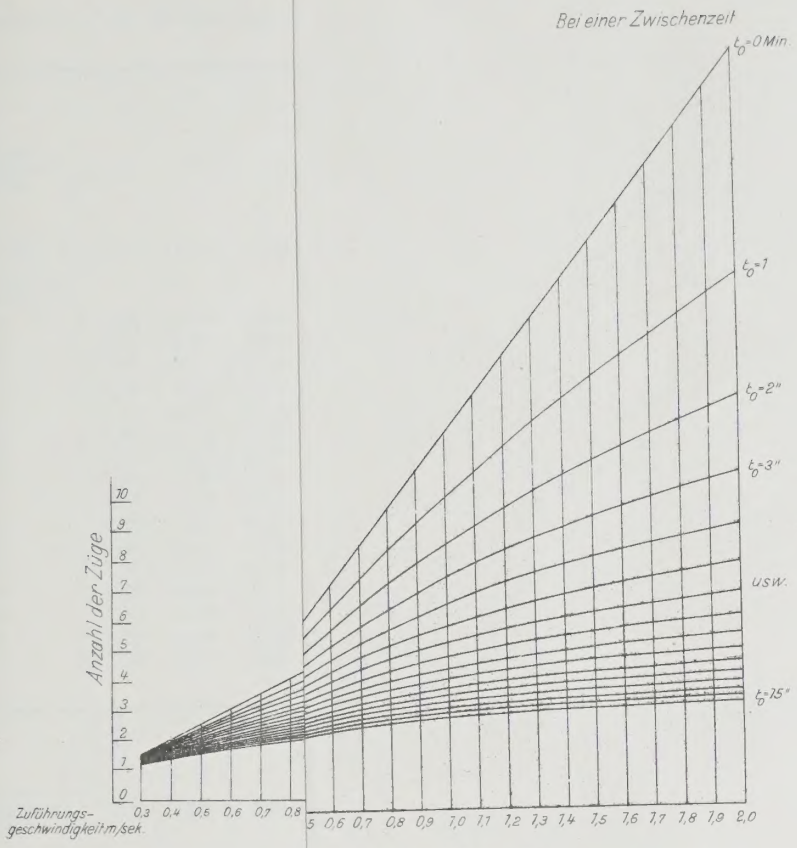


Abb. 5.

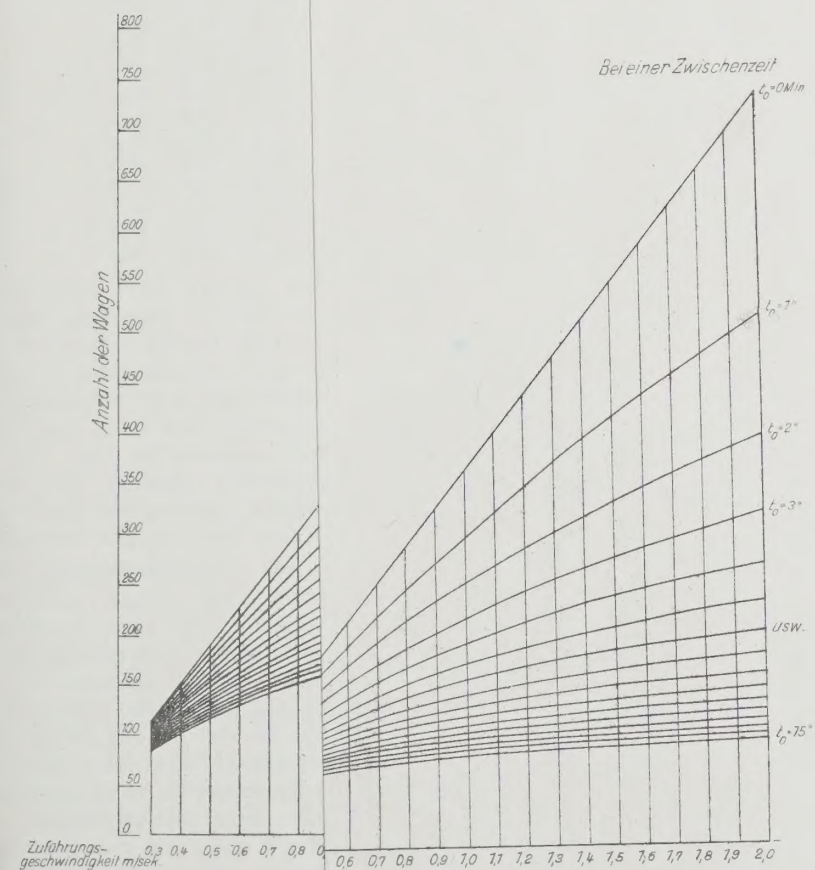


Abb. 10.

C. W. Kreidel's Verlag, München Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Über die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnhöfen.

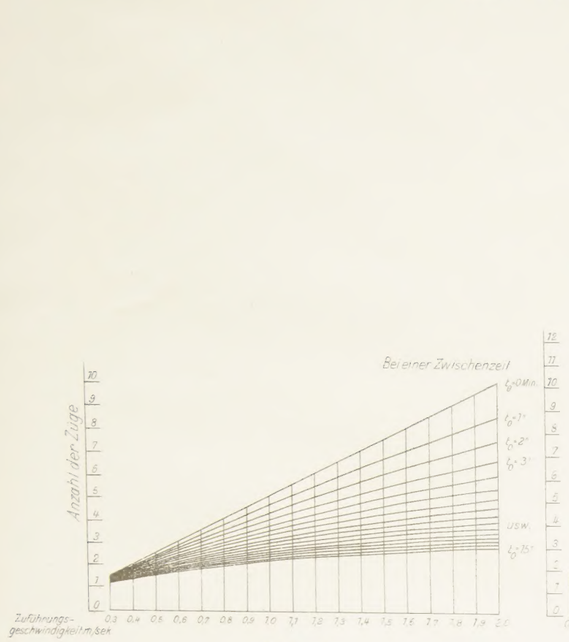


Abb. 1.

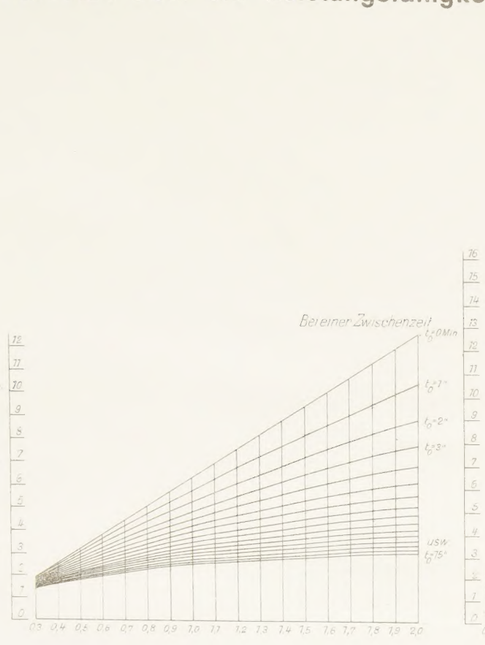


Abb. 2.

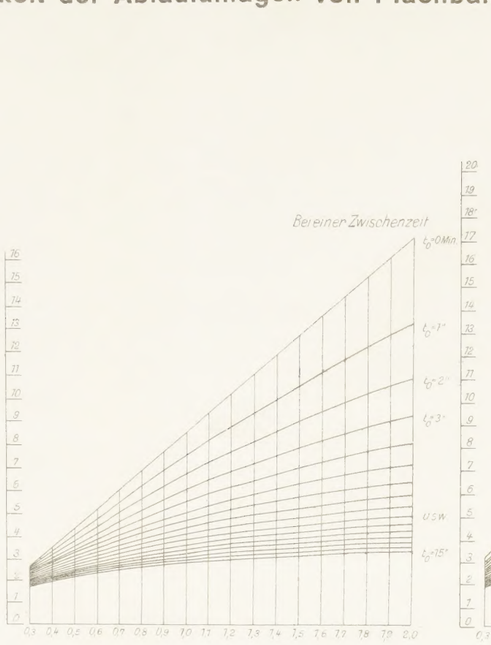


Abb. 3.

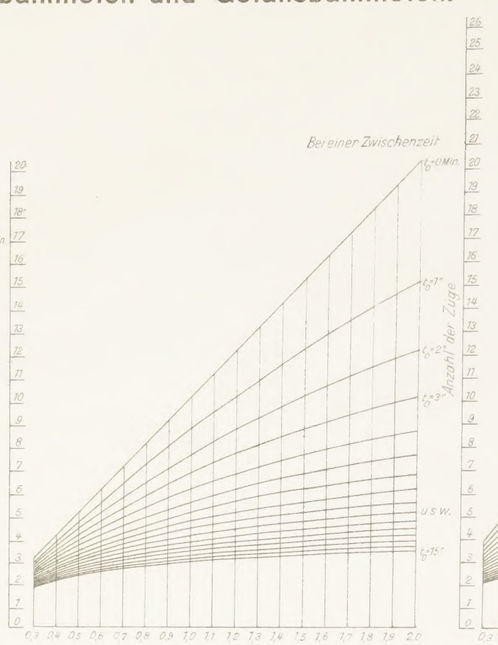


Abb. 4.

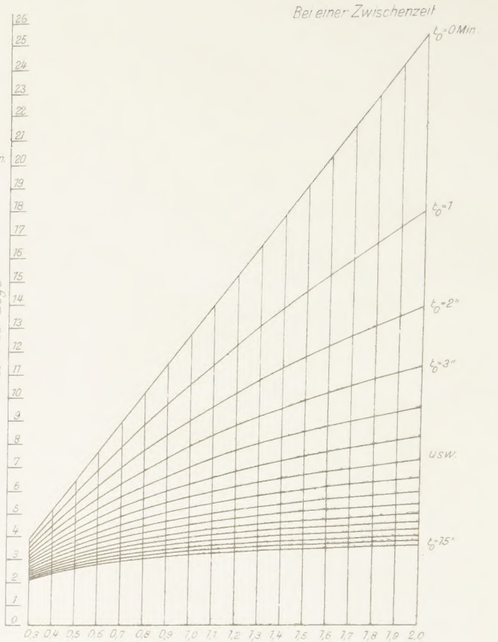


Abb. 5.

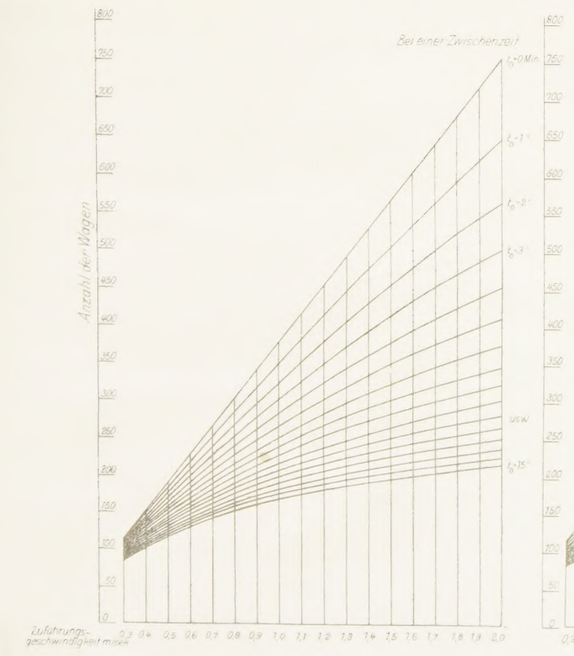


Abb. 6.

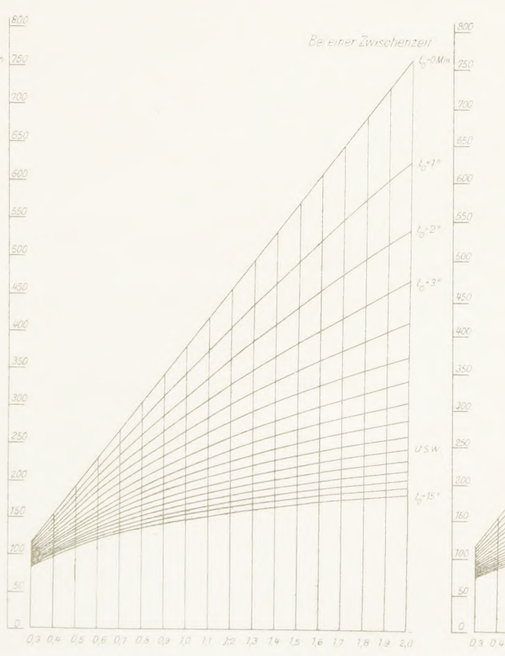


Abb. 7.

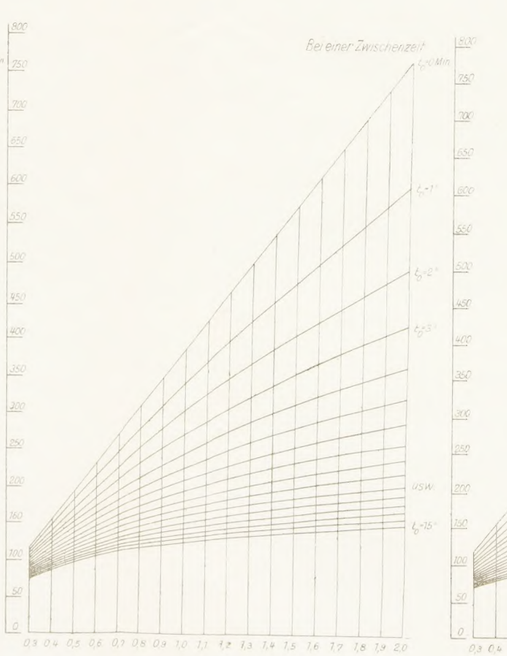


Abb. 8.

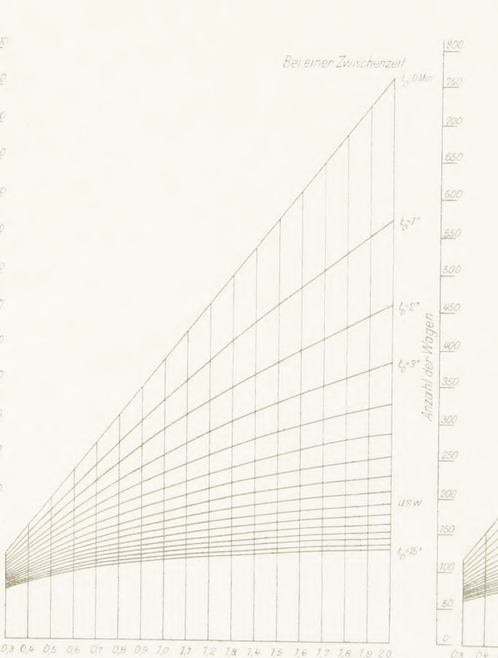


Abb. 9.

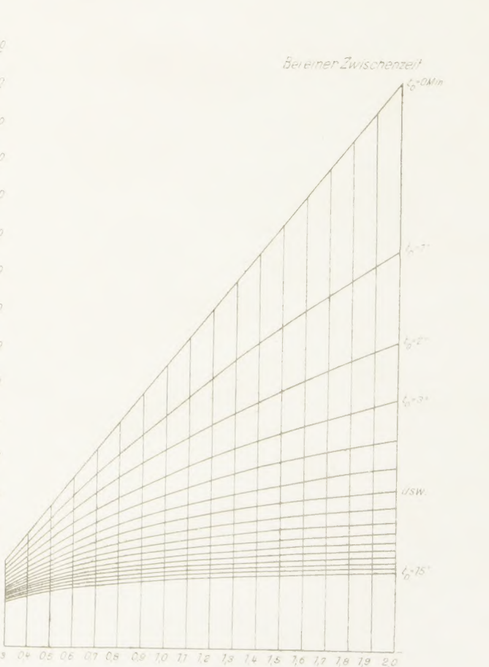


Abb. 10.

C. W. Kreidel's Verlag, München

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

er Ablaufanlage (in Zügen) bei verschiedenen Zugstärken.

d) Zugstärke = 37,5 Wagen (Abb. 4, Taf. 27).

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ablaufdauer in Minuten	19,79	14,84	11,88	9,90	8,48	7,42	6,60	5,94	5,40	4,95	4,57	4,24	3,96	3,71	3,49	3,30	3,13	2,97
Zwischenzeiten in Minuten																		
0	3,03	4,04	5,05	6,06	7,08	8,09	9,09	10,10	11,11	12,12	13,13	14,15	15,15	16,17	17,19	18,18	19,17	20,20
1	2,89	3,79	4,66	5,50	6,33	7,13	7,89	8,65	9,38	10,08	10,77	11,45	12,10	12,74	13,36	13,95	14,53	15,11
2	2,75	3,56	4,32	5,04	5,73	6,37	6,98	7,56	8,11	8,63	9,13	9,62	10,07	10,51	10,93	11,32	11,70	12,07
3	2,63	3,36	4,03	4,65	5,23	5,76	6,25	6,71	7,14	7,55	7,93	8,29	8,62	8,94	9,24	9,52	9,79	10,05
4	2,52	3,18	3,78	4,32	4,81	5,25	5,66	6,04	6,38	6,70	7,00	7,28	7,54	7,78	8,01	8,22	8,42	8,61
5	2,42	3,02	3,55	4,03	4,45	4,83	5,17	5,48	5,77	6,03	6,27	6,49	6,70	6,89	7,07	7,23	7,38	7,53
6	2,33	2,88	3,36	3,77	4,14	4,47	4,76	5,03	5,26	5,48	5,68	5,86	6,02	6,18	6,32	6,45	6,57	6,69
7	2,24	2,75	3,18	3,55	3,88	4,16	4,41	4,64	4,84	5,02	5,19	5,34	5,47	5,60	5,72	5,83	5,92	6,02
8	2,16	2,63	3,02	3,35	3,64	3,89	4,11	4,30	4,48	4,63	4,77	4,90	5,02	5,12	5,22	5,31	5,39	5,47
9	2,08	2,52	2,87	3,17	3,43	3,65	3,85	4,02	4,17	4,30	4,42	4,53	4,63	4,72	4,80	4,88	4,95	5,01
10	2,01	2,42	2,74	3,02	3,25	3,44	3,61	3,76	3,90	4,01	4,12	4,21	4,30	4,38	4,45	4,51	4,57	4,63
11	1,95	2,32	2,62	2,87	3,08	3,26	3,41	3,54	3,66	3,76	3,85	3,94	4,01	4,08	4,14	4,20	4,25	4,29
12	1,89	2,24	2,51	2,74	2,93	3,09	3,23	3,34	3,45	3,54	3,62	3,69	3,76	3,82	3,87	3,92	3,97	4,01
13	1,83	2,16	2,41	2,62	2,79	2,94	3,06	3,17	3,26	3,34	3,41	3,48	3,54	3,59	3,64	3,68	3,72	3,76
14	1,78	2,08	2,32	2,51	2,67	2,80	2,91	3,01	3,09	3,17	3,23	3,29	3,34	3,39	3,43	3,47	3,50	3,54
15	1,72	2,01	2,23	2,41	2,56	2,68	2,78	2,87	2,94	3,01	3,06	3,12	3,16	3,21	3,24	3,28	3,31	3,34

e) Zugstärke = 30 Wagen (Abb. 5, Taf. 27).

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ablaufdauer in Minuten	15,83	11,88	9,50	7,92	6,79	5,94	5,28	4,75	4,32	3,96	3,65	3,39	3,17	2,97	2,79	2,64	2,50	2,38
Zwischenzeiten in Minuten																		
0	3,79	5,05	6,32	7,58	8,84	10,10	11,36	12,63	13,89	15,15	16,44	17,70	18,93	20,20	21,51	22,73	24,00	25,21
1	3,57	4,66	5,71	6,73	7,70	8,65	9,55	10,43	11,28	12,10	12,90	13,67	14,39	15,11	15,83	16,48	17,14	17,75
2	3,37	4,32	5,22	6,05	6,83	7,56	8,24	8,89	9,49	10,07	10,62	11,13	11,61	12,07	12,53	12,93	13,33	13,70
3	3,19	4,03	4,80	5,49	6,13	6,71	7,25	7,74	8,20	8,62	9,02	9,39	9,72	10,05	10,36	10,64	10,91	11,15
4	3,03	3,78	4,44	5,03	5,56	6,04	6,47	6,86	7,21	7,54	7,84	8,12	8,37	8,61	8,84	9,04	9,23	9,40
5	2,88	3,55	4,14	4,64	5,09	5,48	5,84	6,15	6,44	6,70	6,94	7,15	7,34	7,53	7,70	7,85	8,00	8,13
6	2,75	3,36	3,87	4,31	4,69	5,03	5,32	5,58	5,81	6,02	6,22	6,39	6,54	6,69	6,83	6,94	7,06	7,16
7	2,63	3,18	3,64	4,02	4,35	4,64	4,89	5,11	5,30	5,47	5,63	5,77	5,90	6,02	6,13	6,22	6,32	6,40
8	2,52	3,02	3,43	3,77	4,06	4,30	4,52	4,71	4,87	5,02	5,15	5,27	5,37	5,47	5,56	5,64	5,71	5,78
9	2,42	2,87	3,24	3,55	3,80	4,02	4,20	4,36	4,50	4,63	4,74	4,84	4,93	5,01	5,09	5,15	5,22	5,27
10	2,32	2,74	3,08	3,35	3,57	3,76	3,93	4,07	4,19	4,30	4,40	4,48	4,56	4,63	4,69	4,75	4,80	4,85
11	2,24	2,62	2,93	3,17	3,37	3,54	3,69	3,81	3,92	4,01	4,10	4,17	4,23	4,29	4,35	4,40	4,44	4,48
12	2,16	2,51	2,79	3,01	3,19	3,34	3,47	3,58	3,68	3,76	3,83	3,90	3,96	4,01	4,06	4,10	4,14	4,17
13	2,08	2,41	2,67	2,87	3,03	3,17	3,28	3,38	3,46	3,54	3,60	3,66	3,71	3,76	3,80	3,84	3,87	3,90
14	2,01	2,32	2,55	2,74	2,89	3,01	3,11	3,20	3,28	3,34	3,40	3,45	3,49	3,54	3,57	3,61	3,64	3,66
15	1,95	2,23	2,45	2,62	2,75	2,87	2,96	3,04	3,11	3,16	3,22	3,26	3,30	3,34	3,37	3,40	3,43	3,45

Die Abb. 1 bis 5 auf Taf. 27 bieten ferner die Möglich-
t, für einen geplanten Bahnhof die durchschnittliche Zu-
rungsgeschwindigkeit zu ermitteln, wenn die Zahl und Stärke
stündlich zu verarbeitenden Züge und die voraussichtliche
ıfse der Zwischenzeit (aus Grundrifsanordnung a) oder b) in
schnitt II und Zahl der einzusetzenden Druckmaschinen)
steht. Aus der notwendigen Zuführungsgeschwindigkeit
nen dann alle weiteren Entscheidungen über Wahl der
lauframpe, Zahl und Art der Gleisbremsen, Automatisierung
Verteilungsweichen u. dergl. mehr getroffen werden.

Für die Gesamtbeurteilung der angeschnittenen Fragen
cht jedoch die Angabe der Leistungsfähigkeit in Zügen
sammenstellung 4 und Abb. 1 bis 5 auf Taf. 27) nicht aus.
erzu ist es erforderlich, wieder auf die Wagenzahl zurück-
gehen. Zu diesem Zwecke sind in den Zusammen-
llungen 5a) bis e) die Leistungen in Wagen errechnet und
den Abb. 6 bis 10 auf Taf. 27 zeichnerisch dargestellt.

Ein Vergleich der Abbildungen zeigt, dafs die stündliche
istungsfähigkeit einer Ablaufanlage in Wagen von der Zug-
nge dann unabhängig ist, wenn die Zwischenzeit zwischen
ei Ablaufzügen = 0 ist. Der Einfluſs der Zuglänge wirkt
ch jedoch immer stärker aus, je gröfser die Zwischenzeiten
nd, wie aus Textabb. 12, Seite 262, zu ersehen ist. Während z. B. unter Annahme einer Zwischenzeit von 5 Min. bei einer Zugstärke von

75 Wagen etwa 227 Wagen

ablaufen, sinkt die Leistung bei Zügen von

60 Wagen auf 213 Wagen
45 » » 194 »
37,5 » » 181 »
30 » » 164 » .

Das Ergebnis dieses Abschnittes kann wie folgt zusammengefafst werden:

Die Zahl der auf einer Ablaufanlage in 1 Std. ablaufenden Züge wird gröfser, je kürzer die Züge sind; die Leistungsfähigkeit in Wagen sinkt jedoch mit Abnahme der Zugstärke. Die Unterschiede in den Zugstärken sind bei kleinen Zwischenzeiten nur von geringem Einfluſs, sie wachsen mit zunehmenden Zwischenzeiten stark an.

IV. Der Einfluſs der Unterbrechungen auf die Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen.

Die Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen wird gewöhnlich unter der Annahme ermittelt, dafs vier Stunden eines Tages auf unvermeidbare Unterbrechungen des Ablaufs und auf die notwendigen Unterhaltungsarbeiten am Oberbau und an den

Zusammenstellung 5: Stündliche Leistungsfähigl

a) Zugstärke = 75 Wagen (Abb. 6, Taf. 27).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lfde. Nr.	Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
1																		
2	Ablaufdauer in Minuten	39,58	29,69	23,75	19,79	16,96	14,84	13,19	11,88	10,80	9,90	9,13	8,48	7,92	7,42	6,98	6,60	6,25
—	Zwischenzeiten in Minuten																	
3	0	114	152	190	227	265	303	341	379	417	455	493	531	568	606	645	682	720
4	1	111	147	182	217	251	284	317	350	381	413	444	475	505	535	564	592	621
5	2	108	142	175	206	237	267	296	324	352	378	404	430	454	478	501	524	545
6	3	106	138	168	197	226	252	278	302	326	349	371	392	412	432	451	469	487
7	4	104	134	162	189	215	239	262	284	304	324	343	361	377	394	410	425	439
8	5	101	130	157	182	205	227	248	266	285	302	319	334	348	362	376	388	400
9	6	99	126	151	175	196	216	235	252	268	283	298	311	323	335	347	357	368
10	7	97	123	146	168	188	206	223	239	253	266	279	291	302	312	322	331	340
11	8	95	119	142	162	180	197	212	227	239	251	263	273	283	292	301	308	316
12	9	93	116	137	156	173	189	203	215	227	238	248	257	266	274	281	289	294
13	10	91	113	134	151	167	182	194	206	216	228	236	244	251	258	265	271	277
14	11	89	110	130	146	161	174	186	197	206	215	224	231	238	245	251	256	261
15	12	87	108	126	142	155	168	179	188	197	206	213	220	226	232	237	242	247
16	13	86	106	122	137	150	162	172	181	189	197	203	209	215	221	225	230	234
17	14	84	103	119	134	146	156	166	174	182	188	194	200	206	210	215	218	222
18	15	83	101	116	129	141	151	160	167	175	181	187	192	197	201	105	209	212

b) Zugstärke = 60 Wagen (Abb. 7, Taf. 27).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lfde. Nr.	Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
1																		
2	Ablaufdauer in Minuten	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9,50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00
—	Zwischenzeiten in Minuten																	
3	0	114	152	190	227	265	303	341	379	417	455	493	531	568	606	645	682	720
4	1	110	145	180	214	247	280	311	343	373	404	433	462	491	519	546	573	600
5	2	107	140	172	202	231	259	287	313	338	363	386	410	432	454	475	494	514
6	3	104	134	164	191	217	242	265	288	309	329	349	368	386	403	419	435	450
7	4	101	130	157	182	205	227	247	266	285	302	319	334	349	362	376	388	400
8	5	98	125	150	173	194	213	232	248	264	278	292	305	318	329	340	350	360
9	6	95	121	144	165	184	202	217	232	246	259	271	281	292	302	311	319	327
10	7	93	117	139	158	175	191	205	218	230	241	251	261	270	278	286	293	300
11	8	91	113	133	151	167	181	194	206	217	226	235	244	251	258	265	271	277
12	9	89	110	128	145	160	172	184	194	204	213	221	228	235	241	247	252	257
13	10	86	107	124	139	153	164	175	185	193	201	208	214	220	226	231	236	240
14	11	85	104	120	134	146	157	167	176	183	190	197	202	208	212	217	221	225
15	12	82	101	116	130	141	151	160	167	175	181	187	191	196	200	205	208	212
16	13	80	98	113	125	136	145	153	160	166	172	177	182	186	190	194	197	200
17	14	79	95	109	121	131	139	146	153	159	164	169	173	177	181	184	187	190
18	15	77	93	106	117	126	134	141	147	152	157	161	165	169	172	175	178	180

c) Zugstärke = 45 Wagen (Abb. 8, Taf. 27).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lfde. Nr.	Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
1																		
2	Ablaufdauer in Minuten	23,68	17,81	14,25	11,88	10,18	8,91	7,92	7,13	6,48	5,94	5,48	5,09	4,75	4,45	4,19	3,96	3,75
—	Zwischenzeiten in Minuten																	
3	0	114	152	190	227	265	303	341	379	417	455	493	531	568	606	645	682	720
4	1	109	144	177	210	242	272	303	332	361	389	417	443	469	495	520	545	568
5	2	105	136	166	194	222	248	272	296	319	340	361	381	400	419	436	453	469
6	3	101	130	157	181	205	227	247	266	285	302	319	334	348	362	375	388	400
7	4	98	124	148	170	190	209	226	243	258	272	285	297	309	320	330	339	348
8	5	94	118	140	160	178	194	209	223	235	247	258	268	277	286	294	302	309
9	6	91	113	133	151	167	181	194	206	216	226	235	243	251	258	265	271	277
10	7	88	109	127	143	157	170	181	191	200	209	216	223	230	236	241	246	251
11	8	85	104	122	136	149	160	169	179	186	194	200	206	212	217	221	226	230
12	9	83	101	116	129	141	151	160	167	175	181	186	192	196	201	205	208	212
13	10	80	97	111	123	134	143	151	158	164	169	175	179	183	187	190	194	196
14	11	78	94	107	118	127	135	143	149	154	159	164	168	171	175	178	180	183
15	12	76	90	103	113	122	129	135	141	146	150	154	158	161	164	167	169	171
16	13	74	88	99	108	117	123	129	134	139	143	146	149	152	155	157	159	161
17	14	72	85	95	104	112	118	123	128	132	135	139	141	144	146	149	150	152
18	15	70	82	92	100	107	113	118	122	126	129	132	135	137	139	141	142	144

er Ablaufanlage (in Wagen) bei verschiedenen Zugstärken.

d) Zugstärke = 37,5 Wagen (Abb. 9, Taf. 27).

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ablaufdauer in Minuten	19,79	14,84	11,88	9,90	8,48	7,42	6,60	5,94	5.40	4,95	4,57	4,24	3,96	3,71	3,49	3,30	3,13	2,97
Zwischenzeiten in Minuten																		
0	114	152	190	227	265	303	341	379	417	455	493	531	568	606	645	682	720	758
1	109	142	175	206	237	267	296	324	352	378	404	429	453	478	501	523	545	567
3	103	134	162	189	215	238	262	284	304	324	342	361	378	394	410	425	439	453
2	99	126	151	174	196	216	234	252	268	283	297	311	323	335	347	357	367	377
4	95	119	142	162	180	197	212	227	239	251	263	273	283	292	300	308	316	323
5	91	113	133	151	167	181	194	206	216	226	235	243	251	258	265	271	277	282
6	87	108	126	141	155	168	179	189	197	206	213	220	226	232	237	242	246	251
7	84	103	119	133	145	156	165	174	182	188	195	200	205	210	215	219	222	226
8	81	99	113	126	136	146	154	161	168	174	179	184	188	192	196	199	202	205
9	78	95	108	119	129	137	144	151	157	161	166	170	174	177	180	183	186	188
10	75	91	103	113	122	129	135	141	146	150	155	158	161	164	167	169	171	174
11	73	87	98	108	116	122	128	133	137	141	144	148	150	153	155	158	159	161
12	71	84	94	103	110	116	121	125	129	133	136	138	141	143	145	147	149	150
13	69	81	90	98	105	110	115	119	122	125	128	131	133	135	137	138	140	141
14	67	78	87	94	100	105	109	113	116	119	121	123	125	127	129	130	131	133
15	65	75	84	90	96	101	104	108	110	113	115	117	119	120	122	123	124	125

e) Zugstärke = 30 Wagen (Abb. 10, Taf. 27).

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ablaufdauer in Minuten	15,83	11,88	9,50	7,92	6,79	5,94	5,28	4,75	4,32	3,96	3,65	3,39	3,17	2,97	2,79	2,64	2,50	2,38
Zwischenzeiten in Minuten																		
0	114	152	190	227	265	303	341	379	417	455	493	531	568	606	645	682	720	758
1	107	140	171	202	231	260	287	313	338	363	387	410	432	453	475	494	514	533
2	101	130	157	182	205	227	247	267	285	302	319	334	348	362	376	388	400	411
3	96	121	144	165	184	201	218	232	246	259	271	282	292	302	311	319	327	335
4	91	113	133	151	167	181	194	206	216	226	235	244	251	258	265	271	277	282
5	86	107	124	139	153	164	175	185	193	201	208	215	220	226	231	236	240	244
6	83	101	116	129	141	151	160	167	174	181	187	192	196	201	205	208	212	215
7	79	95	109	121	131	139	147	153	159	164	169	173	177	181	184	187	190	192
8	76	91	103	113	122	129	136	141	146	151	155	158	161	164	167	169	171	173
9	73	86	97	107	114	121	126	131	135	139	142	145	148	150	153	155	157	158
10	70	82	92	101	107	113	118	122	126	129	132	134	137	139	141	143	144	146
11	67	79	88	95	101	106	111	114	118	120	123	125	127	129	131	132	133	134
12	65	75	84	90	96	100	104	107	110	113	115	117	119	120	122	123	124	125
13	62	72	80	86	91	95	98	101	104	106	108	110	111	113	114	115	116	117
14	60	70	77	82	87	90	93	96	98	100	102	104	105	106	107	108	109	110
15	59	67	74	79	83	86	89	91	93	95	97	98	99	100	101	102	103	104

erungseinrichtungen gerechnet werden. Vergleicht man e Annahme mit den z. Zt. praktisch tatsächlich vorkommenden hältnissen, so wird man finden, dafs zu günstig gerechnet ist.

In bezug auf den Ablauf kann man die 24 Stunden eines eitstages in folgende Zeitgruppen einteilen:

) reine Ablaufzeit von ganzen Zügen oder einzelnen Wagen,
) unvermeidbare Zwischenzeiten zwischen zwei Abläufen,
) unvermeidbare Unterbrechungen des Ablaufs,
) vermeidbare Unterbrechungen des Ablaufs,
) Pausen aus besonderen Ursachen und
) Pausen wegen mangelnden Zulaufs.

Zu a) und b). Die Fragen des Zugablaufs und der schenzeiten sind in den Abschnitten I bis III behandelt den.

Zu c). Als unvermeidbare Unterbrechungen des Ablaufs l folgende anzusehen:

auf **Flach**bahnhöfen	auf **Gefälls**bahnhöfen
Kreuzende Einfahrten (bei einseitigen Einfahrten gegen den Ablauf),	
Wegfahrende Zugmaschinen,	
Andrücken in den Richtungsgleisen,	—
Auswechseln von Fehlläufern,	—
5. Einwechseln von Bremswagen,	—
6. Auswechseln von Schadwagen	—

Vorstehende Übersicht zeigt, dafs die Zahl der unvermeidbaren Unterbrechungen auf Flachbahnhöfen gröfser ist als auf Gefällsbahnhöfen.

Zu d). Vermeidbare Unterbrechungen.

auf **Flach**bahnhöfen	auf **Gefälls**bahnhöfen
1. Warten auf Rangierzettel,	
2. Warten auf Langhängen oder Trennen,	
3. —	Festsitzen des Ablaufzuges,
4. Warten auf Drucklokomotiven,	—
5. Warten auf Gruppenbegleiter,	
6. Entkuppeln mit Hand,	
(Entfällt auf den Flachbahnhöfen, auf denen die Züge vor Beginn des Ablaufs in Gruppen zerlegt werden),	
7. Stockende Vorflut,	
8. Schlechtläufer.	

Im Gegensatz zu c) umfafst die Gruppe der vermeidbaren Unterbrechungen bei beiden Bahnhofssystemen fast die gleichen Ursachen. Nur das Festsitzen des Ablaufzuges in Gleisen mit schwachem Gefälle kommt nur auf Gefällsbahnhöfen vor; dem steht auf Flachbahnhöfen das Warten auf Drucklokomotiven gegenüber.

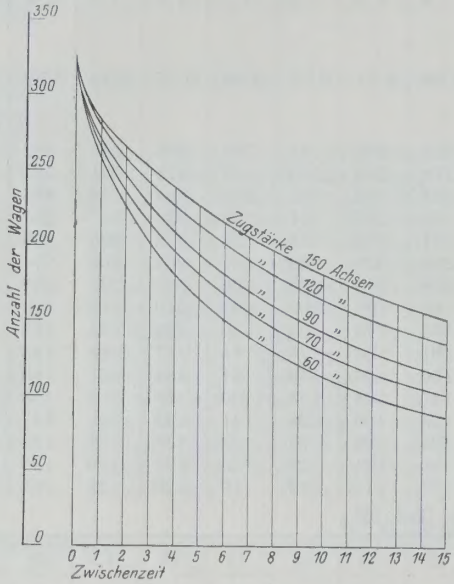


Abb. 12. Leistungen einer Ablaufanlage (in Wagen) in 1 Std. reiner Betriebszeit für verschiedene Zugstärken. (Zuführungsgeschwindigkeit = 0,8 m.) In der 4. Schaulinie ist die Zahl 70 durch 75 zu ersetzen.

Zu e). Pausen aus besonderen Ursachen, Pausen zum Einnehmen der Mahlzeit, Pausen beim Schichtwechsel.

Zu f). Pausen wegen mangelnden Zulaufes.

Diese Zeit kann für den Ablauf als verwertbar angesehen werden, wenn entsprechende Abzüge für Unterbrechungen berücksichtigt werden.

Über den Umfang dieser verschiedenen Zeitgruppen lassen sich natürlich keine bestimmten allgemein gültigen Angaben machen, weil die einzelnen Unterbrechungsgruppen in hohem Mafse von der örtlichen Anlage und von dem Fahrplan abhängig sind. Es müssen deshalb für jeden Bahnhof besondere Untersuchungen durchgeführt werden, die alle örtlichen Sonderverhältnisse berücksichtigen. Als Beispiel ist in Textabb. 13 ein einstündiger Ausschnitt einer sich über 14 Tage erstreckenden Untersuchung auf einem Gefällsbahnhof gebracht. Zur Aufnahme wurde die Betriebsschauuhr*) verwendet.

*) Beschreibung im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 23 vom 15. Dezember 1926, S. 490 von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Es wurden in jedem Ablaufgleis die Einfahrt und Ablauf aufgenommen. Die Zugnummern und die jeweil Ursachen der Unterbrechungen des Ablaufs wurden wäh der Aufnahme eingetragen. Zur besseren Übersicht wu die selbsttätigen Aufzeichnungen der Betriebsschauuhr Büro dadurch ergänzt, dafs der Ablauf aus den einze Gleisen durch Projektion in ein fünftes Band übertragen wu in dem die reinen Ablaufzeiten, Zwischenzeiten, vermeid und unvermeidbare Unterbrechungen sowie Pausen in schiedenartiger Schraffur dargestellt sind. Auf diese W wurde ein lückenloses Bild der Ablaufvorgänge gewonnen, dem eindeutig das Verhältnis von reiner Ablaufzeit zu verschiedenen Unterbrechungsursachen entnommen werden k Für einen grofsen Flachbahnhof wurden die gleichen Erh lungen mit Hilfe der laufenden Aufschreibungen des Abl meisters durchgeführt. Die Ergebnisse beider Untersuchu im Tagesdurchschnitt sind aus Zusammenstellung 6 zu erse

Zusammenstellung 6 zeigt einmal, dafs die reine Abla zeit auf dem Flachbahnhof nur 37%, auf dem Gefällsbah 65% der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit beträgt. Da auf Flachbahnhof in 535 Minuten 2225 Wagen mit einer Durchschn länge von 9,50 m abliefen, ergibt sich eine durchschnittl Zuführungsgeschwindigkeit von $\frac{2225 \cdot 9{,}5}{535 \cdot 60} = 0{,}67$ m/Sek.; den Gefällsbahnhof errechnet sich die durchschnittliche führungsgeschwindigkeit zu $\frac{3384 \cdot 9{,}5}{943 \cdot 60} = 0{,}57$ m/Sek. verhältnismäfsig geringen Unterschiede zwischen Flachbah und Gefällsbahnhof sind um so auffälliger, als sowohl die du schnittliche Zugstärke als auch die durchschnittliche Grup stärke auf dem Flachbahnhof wesentlich gröfser ist als dem Gefällsbahnhof. Wie aus den Darlegungen in Abschni zu erwarten war, zeigt sich in der Zwischenzeit ein wes licher Unterschied zwischen den beiden Bahnhofssystemen. einen Zug umgerechnet beträgt die Zwischenzeit auf dem Fl bahnhof 7,6 auf dem Gefällsbahnhof nur 0,85 Min.

Eine durchschnittliche Zwischenzeit von 7,6 Min. ist Verwendung von zwei Druckmaschinen verhältnismäfsig g bestätigt aber die auf mehreren Flachbahnhöfen festgest Tatsache, dafs bereits bei zwei Maschinen gegensei Hemmungen eintreten, die den durch Einsatz einer zwe Maschine erwarteten Gewinn nicht voll zur Auswertung kom lassen. Diese Tatsache tritt bei drei Druckmaschinen na gemäfs in noch gröfserem Umfange ungünstig in Erscheinu

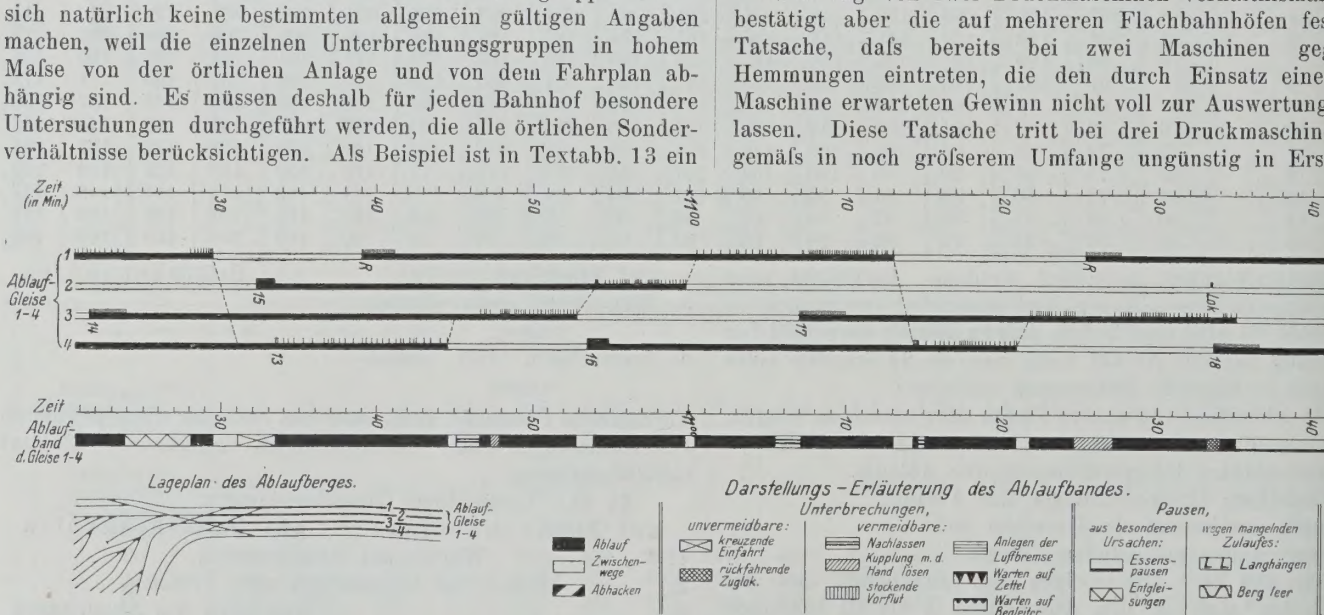


Abb. 13. Darstellung der betrieblichen Vorgänge auf dem Ablaufberge eines Gefällsbahnhofes nach einer Aufnahme mit der Betriebsschau

In der Zeitgruppe der unvermeidbaren Unterbrechun tritt ebenfalls der grofse Unterschied zwischen Flachbahn und Gefällsbahnhof deutlich hervor. Die Verlustzeiten s auf dem Flachbahnhof mit 264 Min. um 70% gröfser als dem Gefällsbahnhof mit 155 Min. Sie betragen auf dem Fla bahnhof etwa 18%, auf dem Gefällsbahnhof etwa 11%

Zusammenstellung 6.
Leistungen und Aufwaud auf Flach- und Gefällsbahnhöfen.

Bezeichnung	Flachbahnhof				Gefällsbahnhof			
. Leistungen								
er abgelaufenen Züge .	50				100			
er abgelaufenen Wagen	2 225				3 384			
r abgelaufenen Gruppen	1 320				2 395			
chnittliche Zugstärke gen)	45				34			
chnittliche Gruppen- e	1,7				1,4			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zeitaufwand	Gesamtzeit Min.	Einzelzeit Min.	in % von 24 Stunden	Einheits- werte	Gesamtzeit Min.	Einzelzeit Min.	in % von 24 Stunden	Einheits- werte
ne Ablaufzeit	535	—	37,2	—	943	—	65,5	—
aufdauer für 1 Zug .	—	—	—	10,7 Min.	—	—	—	9,4 Min.
rchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit ür 1 Zug	—	—	—	0,67 m/Sek.	—	—	—	0,57 m/Sek.
ischenzeit	380	—	26,5	—	85	—	5,9	—
rchschnittliche Zwischenzeit für 1 Zug .	—	—	—	7,6 Min.	—	—	—	0,85 Min.
vermeidbare Unterbrechungen	264	—	18,3	—	155	—	10,8	—
euzende Einfahrten . .	—	—	—	—	—	145	—	—
egfahrende Zugmaschinen	—	—	—	—	—	10	—	—
drücken in den Richtungsgleisen . . .	—	139	—	—	—	—	—	—
swechseln von Fehläufern	—	104	—	—	—	—	—	—
nwechseln von Bremswagen	—	21	—	—	—	—	—	—
rmeidbare Unterbrechungen	256	—	17,7	—	84	—	5,8	—
usen (Essenspausen). .	5	—	0,3	—	56	—	3,9	—
ngelnder Zulauf . . .	—	—	—	—	117	—	8,1	—
tsumme	1440	—	100,00	—	1440	—	100,00	—

ndigen Arbeitszeit. Der Hauptanteil entfällt für den bahnhof auf Andrücken in den Richtungsgleisen und Auswechseln von Fehlläufern und Einwechseln von swagen, während die Ursachen, die die unvermeidbaren brechungen auf dem Gefällsbahnhof bewirkten — kreuzende hrten gegen den Ablauf und wegfahrende Zugmaschinen — aupt nicht in Erscheinung traten, da sie in die Zeiten ndrücken und Auswechseln fielen.

Auffallend grofs sind auch die Unterschiede in den verbaren Unterbrechungen, bei denen neben den am Anfang Abschnittes IV unter d) angegebenen Ursachen auch örtSonderheiten in Erscheinung traten.

Pausen aus besonderen Ursachen traten auf dem Flachhof nicht in Erscheinung, während auf dem Gefällsbahnhof Ablauf 56 Min. = 4% der 24 stündigen Arbeitszeit wegen spausen unterbrochen wurde.

Summiert man die bisher behandelten Zeitgruppen, so ist len Flachbahnhof das Soll von 1440 Min. erreicht, während dem Gefällsbahnhof noch eine verfügbare Zeitspanne von Min. = 8% der 24 stündigen Arbeitszeit wegen Mangels Zulauf übrigbleibt, die im Verhältnis der Zeitgruppen b) : (c + d) geteilt, einen Gewinn an Ablaufzeit von 95 Min. acht und damit eine Erhöhung der Ablaufleistung um Wagen ermöglicht hätten.

Wenn nun auch — trotz der 14tägigen Mittelwerte auf jedem Bahnhof — den Angaben in Prozenten in den Spalten 5 und 9 kein allgemein gültiger Wert zuzusprechen ist, so kann als Ergebnis der Untersuchungen dieses Abschnittes doch gesagt werden, dafs die Verlustzeiten auf allen Verschiebebahnhöfen weit gröfser sind, als bisher bei Leistungsberechnungen im allgemeinen angenommen worden ist, und dafs sie — wenigstens bei dem derzeitigen praktischen Stande der Rangiertechnik — auf dem Flachbahnhof gröfser sein müssen als auf dem Gefällsbahnhof. Ohne grofsen Fehler kann heute für Flachbahnhöfe mit einer Nutzzeit = reine Ablaufzeit + Zwischenzeit von etwa 15 bis 16 Stunden, für Gefällsbahnhöfe von etwa 17 bis 19 Stunden gerechnet werden.

V. Ergebnisse und Folgerungen.

In den Abschnitten I bis IV sind die Grundlagen für die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen behandelt. Sobald die täglich zur Verfügung stehende Nutzzeit für reinen Ablauf + Zwischenzeiten bekannt ist, kann die mittlere Leistungsfähigkeit in Zügen oder Wagen durch Multiplikation dieses Zeitwertes mit den aus den Zusammenstellungen 4 und 5 ersichtlichen stündlichen Leistungen errechnet oder aus den Schaulinien der Taf. 27 abgegriffen werden. Die Leistungsfähigkeit zweier Bahnhöfe, für die die nachstehenden Angaben gelten, berechnet sich also wie folgt:

Flachbahnhof:

durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit . $v = 0{,}9$ m/Sek.
» Zwischenzeit . . . . . $t_o = 8$ Min.
» Zugstärke . . . . . $n = 45$ Wagen
» Nutzzeit . . . . . $T = 15$ Std.

Aus Zusammenstellung 5c) Spalte 9 lfd. Nr. 11 ergibt sich eine stündliche Leistung von 169 Wagen; die mittlere Leistungsfähigkeit errechnet sich somit zu $15 \cdot 169 = 2535$ Wagen.

Gefällsbahnhof:

durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit . $v = 0{,}6$ m/Sek.
» Zwischenzeit . . . . . $t_o = 1$ Min.
» Zugstärke . . . . . $n = 45$ Wagen
» Nutzzeit . . . . . $T = 17$ Std.

Aus Zusammenstellung 5c) Spalte 6 lfd. Nr. 4 ergibt sich eine stündliche Leistung von 210 Wagen; die mittlere Leistungsfähigkeit errechnet sich somit zu $17 \cdot 210 = 3570$ Wagen.

Vorstehendes Beispiel läfst erkennen, dafs bei den zugrunde gelegten Annahmen, die Erfahrungswerten aus der Praxis entsprechen, die Leistungsfähigkeit des Gefällsbahnhofes gröfser ist als die des Flachbahnhofes. Dieses Ergebnis verändert sich auch nicht sehr, wenn man die Grundzahlen im Rahmen der möglichen Grenzen günstiger wählt.

1. Flachbahnhof:

a) Steigert man unter sonst gleichen Bedingungen ($t_o = 8$, $T = 15$, $n = 45$) die Zuführungsgeschwindigkeit v um 33 % von 0,9 auf 1,2 m/Sek., was nur bei einer »einheitlich mechanisierten Ablaufanlage« wie in Hamm möglich erscheint, so steigt die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlage um 15 % von 2535 auf 2910 Wagen.

b) Verkürzt man unter sonst gleichen Bedingungen ($v = 0{,}9$, $T = 15$, $n = 45$) die Zwischenzeit t_o um 26 % von 8 auf 5 Min., was wahrscheinlich zwei Druckmaschinen kostet, so steigt die Leistungsfähigkeit um 24 % von 2535 auf 3135 Wagen.

c) Verbessert man wie bei a) die Zuführungsgeschwindigkeit v um 33 % von 0,9 auf 1,2 m/Sek. und die Zwischenzeit t_o um 26 % von 8 auf 5 Min., so steigt die Leistungsfähigkeit um 46 % von 2535 auf 3705 Wagen.

d) Erst eine gleichzeitige Erhöhung der Nutzzeit T um 20 % von 15 auf 18 Stunden mit den unter c) angeführten Verbesserungen bringt eine wesentliche Leistungssteigerung (75 %) von 2536 auf 4445 Wagen.

e) Die eingangs erwähnte Leistung von 6000 Wagen würde bei weiterer Erhöhung der Zuführungsgeschwindigkeit v auf 1,5 m/Sek. und einer Zwischenzeit von $t_o = 5$ Min. eine Nutzzeit von 21,7 Stunden erfordern, was bei dem heutigen Stande der Rangiertechnik als ausgeschlossen angesehen werden mufs.

Hierbei ist noch zu berücksichtigen, dafs diesen Berechnungen eine durchschnittliche Zugstärke von 45 Wagen zugrunde gelegt ist. Nimmt man den Reichsdurchschnitt von 37,5 Wagen (Zusammenstellung 5d) an, so verringern sich die errechneten Leistungen wie folgt:

im Beispiel	von	2535	auf	2310	Wagen	= 9 %,
bei a)	»	2910	»	2610	»	= 10 %,
» b)	»	3135	»	2910	»	= 7 %,
» c)	»	3705	»	3390	»	= 8,5 %,
» d)	»	4445	»	4070	»	= 8 %.

Die Nutzzeit unter e) würde sich von 21,7 auf 23,9 Stunden = 10 % erhöhen.

Die vorstehenden Überlegungen lassen erkennen, dafs für die nächste Zeit etwa 4500 Wagen die oberste Grenze eines einseitigen Flachbahnhofes bleiben werden; der Durchschnittswert wird wesentlich niedriger liegen und schon 3700 Wagen werden eine Leistung darstellen, die nur unter besonders günstigen Verhältnissen erreicht werden kann.

2. Gefällsbahnhof:

a) Gelänge es, auf dem untersuchten Gefällsbahnhof, wie auf dem Flachbahnhof, die durchschnittliche Zuführgeschwindigkeit v um 33 % auf 0,9 m/Sek. zu steigen würde unter sonst gleichen Bedingungen ($t_o = 1{,}0$, T n = 45) die Leistungsfähigkeit der Abrollanlage um 44 % 3570 auf 5151 Wagen steigen.

b) Dagegen wurde eine Verkürzung der Zwischen um 25 % von 1,0 auf 0,75 Min. unter sonst gleiche dingungen ($v = 0{,}6$, $T = 17$, $n = 45$) nur eine Leis steigerung um 2 % von 3570 auf 3630 Wagen bringen.

c) Beide Verbesserungen — Erhöhung der Zuführ geschwindigkeit v von 0,6 auf 0,9 m/Sek. und Verringerun Zwischenzeit t_o von 1,0 auf 0,75 Min. — steigern die Leis fähigkeit um 48 % von 3570 auf 5300 Wagen.

d) Würde man — was vorläufig noch als unerrei erscheint — aufser den unter c) genannten Verbesser noch — wie auf dem Flachbahnhof — die tägliche Nu um 3 Stunden auf 20 Stunden erhöhen, so würde sogar Leistungssteigerung von 3570 auf 6230 Wagen erreicht w

Legt man diesen Berechnungen, ebenso wie beim F bahnhof, einen Zug von 37,5 Wagen anstatt von 45 V zugrunde, so verringern sich die Leistungen folgenderma

im Beispiel	von	3570	auf	3500	Wagen	= 1 %,
bei a)	»	5150	»	5030	»	= 2,3 %,
» b)	»	3630	»	3600	»	= 1 %,
» c)	»	5300	»	5215	»	= 1,7 %,
» d)	»	6230	»	6140	»	= 1,4 %.

Es zeigt sich also, dafs der Einflufs der kürzeren Zug auf den Flachbahnhöfen mit seinen grofsen Zwischen bedeutend stärker in Erscheinung tritt als auf dem Ge bahnhof.

Wenn auch Leistungszahlen, wie unter 2a), c) un errechnet, eine Steigerung oder Verminderung der Grundz bedingen, die nur bei wesentlich verbesserter Rangierte erreichbar erscheint, so dürfen doch mittlere Leistunge 5000 Wagen auf Neuanlagen von Gefällsbahnhöfen in a barer Zeit durchaus möglich sein.

Zusammenfassend kann als Ergebnis stehender Untersuchungen gesagt werden, einmal die bisherigen Annahmen über Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen als hoch angesehen werden müssen und dafs andern der Gefällsbahnhof dem Flachbahnh bezug auf die Leistungsfähigkeit der Abl anlage zum mindesten gleichkommt, beim jetz Stande der Rangiertechnik sogar erheblich ü legen ist. Gleichzeitig lassen aber die Un suchungen erkennen, dafs eine Verbesserung Ablauframpe, die Selbststellung der Abl weichen und der Einbau schwerer Gleisbren zwar die Ablaufdauer eines Zuges wesent verkürzen können, aber auf die Leistungsfä keit der Anlage nur dann von Einflufs sind, w der Betrieb aufs straffste organisiert ist. vielen Bahnhöfen werden auch ohne baul Veränderungen Mehrleistungen erreicht wer können, wenn der Ablauf aufs genaueste erfor und überwacht wird und wenn eine Erzieh der Ablaufmannschaft nach der Richtung setzt, dafs alle vermeidbaren Unterbrechun auf ein Mindestmafs gebracht werden. N stofsweiser Betrieb mit kurzen Ablaufzeiten zelner Züge und grofsen Pausen, sondern möglichst ununterbrochener Abflufs mit e mittleren Zuführungsgeschwindigkeit sollte Ziel sein.

Über die Lage des Reibungsmittelpunktes bei arbeitenden Lokomotiven.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Uebelacker.

ɛrr Professor Jahn hat in einem Aufsatz »Spurerweiterung cht« in der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn- ungen Nr. 16 vom 21. April d. J. die Frage der Reibungs- ände eines Eisenbahnfahrzeugs beim Durchlaufen einer ümmung behandelt: bei freier Einstellung des Fahrzeugs lem Gleichgewicht der Kräfte, wie ich es erstmals in »Untersuchungen über die Bewegung von Lokomotiven ehgestellen in Bahnkrümmungen«*) darlegte, und sodann llständig zwangläufige Führung. Im letzten Abschnitt Aufsatzes betitelt »Zugkraft und Pollage«**) nimmt Herr ahn Bezug auf die in meiner Abhandlung entwickelten uungen, wonach bei Fahrzeugen, die eine Zugkraft (oder raft) ausüben, die Lage des Reibungsmittelpunktes (R) r Fahrzeuglängsachse seitlich abrücke, und will ein (in diesem Falle geringfügiges) Abrücken nur um den erwindung der Reibungswiderstände selbst notwendigen zugestehen.

a meine Ausführungen über die Lage des R.es wohl zu knapp gehalten waren, will ich den Gedankengang, ich zur Annahme eines seitlich liegenden R.es führte, lgend etwas eingehender darlegen.

ur Ausübung einer Zugkraft, sei es der am Zughaken n Wagenzug ausgeübten, sei es der zur Bewegung der otive selbst notwendigen Kraft (Gewichtskomponente, derstand, Lauf- und Krümmungswiderstände) bedarf die otive einer gleichgrofsen, an den Berührungspunkten der äder angreifenden äufseren Kraft. Bei rein rollender ung im geraden Gleis wird diese durch die Haftreibung ng der Ruhe) aufgebracht, die nur bis zu dem Betrag igwiderstände in Anspruch genommen wird. Wenn die gleiten, so tritt die etwas kleinere Reibung der den Bewegung auf; diese Kraft ist dann ein ganz be- ter Betrag, der dem Zugwiderstand gleich ist. Schleudern reibräder im geraden Gleis, so liegt diese Kraft in der ng der Zugkraft. — Anders ist dies in der Krümmung. beschreiben — wenn zunächst die Lokomotive im Leer- angenommen wird — die Berührungspunkte der Räder, u dem Geradeausrollen noch eine Drehung um den R. kommt, unter Gleiten Kreise um diesen Punkt, und es die gesamte gleitende Reibung fQ an jedem Rade in die ige Gleitrichtung, dem Sinne nach entgegengesetzt (Abb. 1). gt man die Reibungskräfte in Seitenkräfte in der Richtung Fahrzeuglängsachse, K, und senkrecht dazu, G, so sind e am äufseren und inneren Rad eines Radsatzes wegen ymmetrischen Lage zum R. gleich und entgegengesetzt; Mittelkraft ist 0. Es fehlt sonach jeder Halt auf der ne gegenüber dem Angriff einer äufseren Kraft in der eugachse, wie es die Zugkraft ist. Ein solcher Halt t nur dann zustande, wenn die Mittelkraft der Seiten- $K > 0$ ist. Es tritt dies von selbst dadurch ein, dafs reibräder, da sie keinen Halt auf den Schienen finden, schneller drehen, dafs also sich eine für alle gekuppelten gleiche zusätzliche Gleitgeschwindigkeit der aus der enkung beim Bogenlauf entstandenen überlagert. Dieses zliche Gleiten erfolgt genau in dem Betrag, dafs die Mittelkraft aus den Seitenkräften K dem jeweils vorhandenen Zugwiderstand entspricht. Aus diesen Ausführungen folgt, dafs der Haftwiderstand der Räder und damit die mögliche Zugkraft beim Bogenlauf geringer ist als bei rollender Reibung in der Geraden, und dafs die einzelnen Räder verschiedene Anteile an dem Zustandekommen der Zugkraft haben (vergl. S. 11 Zusammenstellung 4 a. a. O). Die Erfahrung, dafs Lokomotiven in Bahnkrümmungen leichter

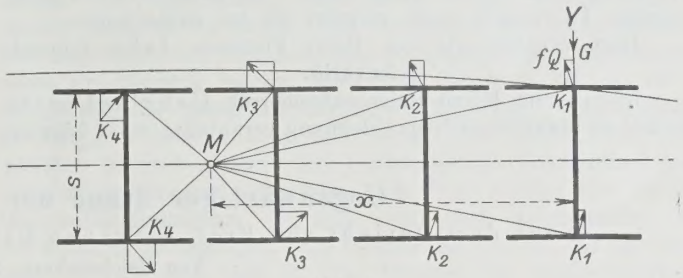


Abb. 1.

schleudern als in der Geraden, bestätigt diese Anschauung. Die wiedergegebene Anschauung ergibt sich als zwanglose Weiterentwicklung der Vorstellung über die Gleitverhältnisse beim Bogenlauf zugkraftloser Fahrzeuge.

Die weitere Betrachtung ist rein geometrisch. Der Überlagerung der ursprünglichen Gleitgeschwindigkeit für Leerlauf entspricht die Anschauung, als ob für die Treibräder die Schwenkung nicht um den für den Lokomotivkörper mafsgebenden Pol, sondern um einen seitlich liegenden vor sich gehe. Er bestimmt sich — ebenso wie bei Fahrzeugen ohne Krafteinwirkung in der Längsachse — aus den Gleichgewichtsgleichungen, in diesem Falle 3, da zu den Gleichungen für die Kräfte senkrecht zur Längsachse und für die Momente noch eine Gleichung für die Längsrichtung hinzukommt (vergl. Abb. 2). Er liegt bei ziehender Lokomotive auf der Aufsenseite, bei bremsender auf der Innenseite des Bogens.

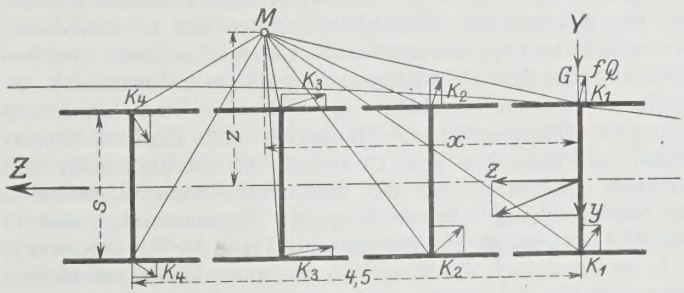


Abb. 2.

Die Abb. 2 stellt die Lage des R.es für eine vierachsige Lokomotive und den Höchstwert der Zugkraft Z von $\sim 6{,}2\,fQ = 9300$ kg für $f = \frac{1}{5}$ und $Q = 7500$ kg dar. Die Entfernung von der Fahrzeuglängsachse ist $z = 1{,}55$ m, von der Vorderachse $x = 2{,}65$ m während bei leerlaufender Lokomotive die Lage durch $z = 0$, $x = 3{,}65$ m gegeben ist. Also nicht nur z, sondern auch x wird durch die Zugkraft beeinflufst. Die Führungskraft Y, bei Leerlauf $3{,}4\,fQ$ sinkt bei dem angenommenen Zugkraftwert auf $\sim 2{,}0\,fQ$; die Zahlen sind der angeführten Arbeit entnommen.

Auch ein anderer Gedankengang ergibt die Richtigkeit der wiedergegebenen Anschauung: Die Zugkraft ist als äufsere Kraft doch vollständig gleichwertig mit der von der äufseren Schiene ausgehenden führenden Einwirkung. Beide Kräfte lassen sich also zu einer einzigen Kraft zusammensetzen, die dann in

*) Organ 1903, Beilage.

*) Herr Professor Jahn gebraucht die allerdings kürzere Benung „Pol“ für den Punkt eines Fahrzeugs, um den es sich Durchlaufen einer Bahnkrümmung dreht. Dafs eine solche ng stattfindet, ist eine geometrische Bedingung. Die Lage Drehpunktes oder genauer der Drehachse wurde früher stets Mitte der hinteren Achse eines Fahrzeugs angenommen. Da meiner Abhandlung darlegte, dafs diese Annahme nicht zutreffe, unkt vielmehr durch das Gleichgewicht der an der Lokomotive ifenden Kräfte bestimmt sei, habe ich, den Nachdruck hierauf d, die Bezeichnung „Reibungsmittelpunkt“ gewählt.

schiefer Richtung an der Lokomotive angreift (s. Abb. 2). Man wird wohl zugeben müssen, dafs für diesen allgemeinen Fall die besondere Lage des R.es auf der Fahrzeuglängsachse nicht beibehalten werden kann. Tatsächlich hat auch ein von mir angestellter und in meiner Abhandlung beschriebener Modellversuch dies bestätigt.

Was die seitliche Verlagerung des R.es anlangt, wie sie von Herrn Professor Jahn aus den von den übrigen Rädern abweichenden Kraftverhältnissen am führenden Rad gefolgert wird, so habe ich in meiner Abhandlung auf Seite 4 (Fufsnote) auf diesen Punkt bereits hingewiesen. Der Einflufs ist bei mehrachsigen Fahrzeugen noch geringer als bei zweiachsigen.

Dazu erhalten wir von Herrn Professor Jahn folgende

Zuschrift.

Ich stimme Herrn Reichsbahnoberrat Uebelacker zu. Zu meiner etwas übereilten Ablehnung veranlafste mich folgende Überlegung: Beim Krümmungslauf tritt an die Stelle haftenden die gleitende Reibung, die kleiner ist. Wenn anfahrende Lokomotive schleudert, so verdoppelt sich, geschätzt, ihre Umdrehungszahl. Dabei fällt nach Ta von Metzeltin (Hanomag-Nachrichten 1916, Heft 5 mittlere indizierte Spannung um $\sim 6\,^0/_0$. Also mufs, neuer Gleichgewichtszustand besteht, die Reibungsziffer Gleiten um $\sim 6\,^0/_0$ niedriger als beim Rollen sein — also selbst in flachster Krümmung die höchste übertragbare kraft. Die verbleibenden $94\,^0/_0$ werden weiter vermi denn Herr Uebelacker selbst sagt (S. 11 seiner A dafs die »zusätzlichen Gleitungen« mit der Verschiebun Reibungsmittelpunktes rasch wachsen, so dafs bald wirk Schleudern eintreten müsse. Diese starke Verminderun Zugkraft scheint mir mit der Erfahrung im Widerspru stehen.

Gegenwärtiger Stand der Elektrisierung in Holland.

(Nach dem Bericht von Prof. I. Franco Utrecht auf der Baseler Weltkraftkonferenz.)

Von Reichsbahnrat **Ebert**, Aschaffenburg.

Der Plan auf einigen Hauptstrecken des niederländischen Netzes die elektrische Zugförderung einzurichten wurde nicht, wie in einigen anderen Ländern, gefafst, um Wasserkräfte auszunützen, sondern weil als sicher angenommen wurde, dafs der ansteigende Verkehr dieser Linien besser mittels elektrischer Zugförderung als mittels Dampfzug-Förderung bewältigt werden könne.

Es handelt sich vor allem um die Elektrisierung der Hauptlinie Rotterdam—Amsterdam und deren Fortsetzung über Amsterdam hinaus in östlicher Richtung.

Der Ortsverkehr soll mit Triebwagenzügen und nicht mit Lokomotiven bedient werden. Die Triebwagenzüge sollen drei Klassen für Reisende und ein Gepäckabteil erhalten. Erst nachdem die Triebwagenzüge in Dienst gestellt sind, wird man die Vorbereitungen für den Einsatz geeigneter elektrischer Lokomotiven treffen können, um allmählich von dem gemischten Betrieb auf den rein elektrischen Betrieb überzugehen.

Die wichtige Frage der Wahl der Stromart wurde von einer Kommission und von einem Sachverständigenausschufs geprüft, der vom Minister der öffentlichen Arbeiten und der Eisenbahnverwaltung bestellt worden war. Dieser Ausschufs besuchte die wichtigsten der elektrisierten Strecken in Europa und Nordamerika. Bekanntlich haben die Schweiz, Deutschland und Schweden Einphasenstrom, Frankreich und England Gleichstrom, in Frankreich von 1500 Volt, Italien Drehstrom und teilweise Gleichstrom für die Bahnelektrisierung angewendet. Im Zusammenhang mit der Frage der Stromart erhob sich in den Niederlanden gleichzeitig auch die Frage der Stromlieferung, d. h. es erhob sich die Frage, ob die niederländischen Bahnen eigene Kraftwerke errichten oder schon vorhandene vergröfsern sollten oder ob die Stromlieferung von der allgemeinen Landesversorgung übernommen werden sollte. Aus verschiedenen Gründen kam die Kommission dazu, Gleichstrom von 1500 Volt zu empfehlen. Die Eisenbahnverwaltung nahm diesen Vorschlag an und entschied sich, auf Eigenerzeugung zu verzichten, also den Strom von der allgemeinen Landesversorgung zu beziehen.

Um eine Einheitlichkeit in der Stromart zu erhalten, wurde die seit 1908 schon elektrisch betriebene Strecke Rotterdam—den Haag—Scheveningen der Südholländischen elektrischen Eisenbahn, die für Einphasenstrom von 10000 Volt gebaut war; auf Gleichstrom von 1500 Volt umgestellt.

Im Hinblick auf die zu elektrisierenden Strecken Rotterdam—den Haag—(Scheveningen)—Haarlem—(Ymuiden)—Amsterdam war es erwünscht, die Kraftwerke der Städte Rotterdam und den Haag und diejenigen der Provinzialen und Städtischen Elektrizitäts-Genossenschaft zur Stromlieferung heranzuziehen. Die Eisenbahnverwaltung schlofs mit den drei Unternehmungen Verträge ab, wonach eine geringste Jahresabnahme gewährl der Preis der kWh nach Staffeltarif festgesetzt und die S der zu bezahlenden kWh in Abhängigkeit von der Entnahme und der Höchstbelastung als dem Mittel der beiden jä vorkommenden gröfsten Belastungen festgestellt wird.

Es sind sieben Unterwerke in Entfernungen von 19 km voneinander vorgesehen. Das Unterwerk Schie wird durch das Kraftwerk von Rotterdam, die Unter Delft, den Haag und Leyden werden durch das werk den Haag und diejenigen von Lisse, Haarlem Amsterdam durch die Provinziale und Städtische Elektriz genossenschaft versorgt werden. Dem Unterwerk Schie wird der Drehstrom mit 6000 Volt, den anderen Unterw mit 10000 Volt angeliefert. Das Unterwerk den Haag gleichzeitig auch den Strom für die mit 1100 Volt betri Kleinbahn Leyden—den Haag—Scheveningen der Südh dischen Elektrischen Eisenbahn liefern. Dieses Unterwerk für diesen Zweck zwei Kaskadenumformer zu je 800 kW

Die Arbeiten auf dem als Versuchsteilstrecke geda Abschnitt Den Haag—Leyden waren zu Anfang 1924 voll und im April 1924 begannen die Versuche, nachdem Motorgeneratoren zu je 1000 kW im Unterwerk Den eingebaut waren. Auf Grund der gewonnenen Erfahru konnte man daran gehen, die ganze Strecke Amste Rotterdam zu elektrisieren. Die Arbeit soll im Sommer vollendet sein. Gleichzeitig war der Umbau der Strecke Südholländischen Eisenbahn in Angriff genommen und 1. April 1926 vollendet worden. Das bahneigene Kraft Leidschendam, das seit 1908 den Strom für diese Bahn gel hatte, wurde stillgesetzt. Der erste Abschnitt der El sierung war damit vollendet. Gegenwärtig betreibt man Nachdruck den Bau der Fahrleitung von Amsterdam nach L und von den Haag nach Rotterdam, ebenso die Einric der Unterwerke, um bis zum Sommer 1927 fertig zu sei

Am 1. Juli 1927 war die ganze Strecke Amsterd Rotterdam mit einigen Zügen in Betrieb gekommen und 1. Oktober wird mit dem Winterfahrplan die ganze Elektrisie vollendet und im Betrieb sein.

Wegen der Ausstattung der Unterwerke mit Umfor stand man in der Wahl, ob Motorgeneratoren oder Quecksi dampfgleichrichter zweckmäfsiger seien. Hinsichtlich der M generatoren standen ausgeprobte Bauarten mit hinreiche Betriebssicherheit zur Verfügung, während anderseits die Gl richter grofse Vorzüge für den elektrischen Zugbetrieb für in Anspruch nehmen konnten: einfache Handhabung, ge Bedienungskosten, geringes Gewicht und geräuschlosen

ıst dachte man daran, alle Unterwerke mit Quecksilber-
gleichrichtern auszurüsten und aufserdem die drei Unter-
den Haag, Lisse und Amsterdam mit je zwei Motor-
toren, die in der Lage gewesen wären bei Ausfall der
richter den Dienst zu übernehmen. Auf diese Weise
jedes zweitfolgende Unterwerk einen Betriebsrückhalt
vei Motorgeneratoren besessen. Man gewann jedoch aus
fahrungen mit den seit April 1926 im Betrieb stehenden
verken den Haag, das aufser den zwei Kaskadenumformern
800 kW und 1100 Volt mit zwei Motorgeneratoren
1000 kW und 1500 Volt und einen Quecksilberdampf-
ichter ausgerüstet worden war, und Schiebroek, das drei
silberdampfgleichrichter erhalten hatte, die Überzeugung,
ie Gleichrichter vollkommen betriebssicher seien. Infolge-
konnten alle Unterwerke einheitlich nach gleichem Plan
ner Ausrüstung von drei Gleichrichtereinheiten errichtet
ı. Das Unterwerk Schiebroek ist als selbsttätiges Werk
worden mit dem Erfolg, dafs man allmählich auch die
n Unterwerke mit den erforderlichen Einrichtungen
tten will, um an Betriebskosten zu sparen.

ls Grundlage für die Bemessung der Fahrleitung
aag-Leyden legte man die Stromentnahme für einen Zug
00 t und 100 km Höchstgeschwindigkeit fest. Für die
lerung eines solchen Zuges mufs die Lokomotive etwa
PS, gemessen an den Triebrädern, entwickeln, so dafs
ıer mittleren Spannung von 1350 Volt sich eine Entnahme-
tärke von etwa 1200 Amp. ergibt. Unter Voraussetzung
wei Stromabnehmern mit je zwei Gleitstücken und einem
fsdruck von 14 kg gegen die Leitung, errechnete sich
forderlicher Querschnitt von 2×100 qmm. Für den ge-
n Dienst mit Triebwagenzügen zu fünf Wagen kann die
re stündliche Belastung auf etwa 900 kW geschätzt werden.
hin kann die Höchstbelastung auf das Dreifache dieses
ren Wertes ansteigen, besonders wenn Triebwagenzüge
ın Wagen oder schwerere Züge mit Lokomotiven verkehren
ı. Man sah daher die Möglichkeit vor auf den Masten
Hilfsleitungen von je 120 qmm anzubringen, so dafs also
dürfnisfall der Gesamtquerschnitt von 460 qmm auf 940 qmm
t werden kann. Aufserdem tragen die Masten, wo es
ist, die Drehstromleitung von 10000 Volt, die die Unter-
versorgen.

Während auf der Strecke den Haag-Leyden verschiedene
lrahtaufhängungen zu Versuchszwecken gebaut worden
wurde für die Folge die parallele Zickzackaufhängung mit
Entfernung von 10 cm der beiden Fahrdrähte ausgeführt.
n der besseren Sicht über die Strecke werden die Maste
ittermaste gebaut. Obgleich die Mastfundamente leichter
len würden, wenn die Maste der Doppelbahn durch
räger verbunden würden, hat man es vorgezogen die
lrähte frei über den Gleisen zu spannen, damit im Falle
Beschädigung durch Entgleisung der Betrieb nicht auf
n Gleisen gestört ist. Bemerkenswert ist noch, dafs
Eisenmaste nicht gestrichen, sondern nach dem Verfahren von Schoop mit Zink überzogen sind. Diese Mafsnahme verfolgt den Zweck, die hohen Kosten der Anstricherneuerung zu sparen und die Störungen und Gefahren des Anstreichens im Betrieb zu vermeiden.

Wie schon gesagt soll der Verkehr auf der Strecke Amsterdam-Rotterdam durch Triebwagenzüge, und zwar von drei Wagen und je einem Triebwagen vorn und hinten bedient werden. Die Wagen führen entweder erste, zweite oder dritte Klasse, aber nicht gemischt. Die gewöhnliche Zusammenstellung des Zuges soll sein: zuerst ein Triebwagen mit zweiter Klasse und Gepäckabteil, dann je ein Wagen zweiter, erster, dritter Klasse und schliefslich ein Triebwagen mit dritter Klasse. Der Zug bietet 322 Sitzplätze und 120 Stehplätze. Das Gewicht eines Triebwagens beträgt etwa 60 t, das eines Wagens 40 t, so dafs also der ganze Zug ungefähr 240 t wiegt. Das Gewicht je Sitzplatz rechnet sich zu 750 kg. Für einen Dampfzug gleicher Sitzzahl rechnet sich (einschliefslich Lokomotive) das Gewicht je Sitzplatz zu 950 kg. Die Züge werden die Strecke Amsterdam-Rotterdam (86 km), bei fünf Aufenthalten, in 66 Minuten zurücklegen. Die Beschleunigung auf der Geraden wird so grofs sein, dafs in drei Minuten die Geschwindigkeit von 0 auf 95 km/Std. gebracht werden kann. Jeder Triebwagen wird vier Motoren erhalten mit einer Stundenleistung von je 190 PS. Es ist die Möglichkeit vorgesehen zwei Züge zu einem Zuge von zehn Wagen zu vereinigen.

Um von der Fahrdrahtspannung unabhängig zu sein, werden die Züge durch eine besondere Lichtmaschine in Verbindung mit einer Batterie beleuchtet. Die Züge sollen auch elektrisch beheizt werden mit Heizkörpern von 450 W. und 1500 Volt. Jeder Wagen erhält 32 Heizvorrichtungen, die in zwei Gruppen verteilt angeordnet sind. Die Heizkörper jeder Gruppe sind in Reihe geschaltet. Alle Wagen haben gleiche Länge, nämlich 19,80 m über Puffer. Der Abstand der beiden amerikanischen Drehgestelle beträgt 13 m. Ein Teil der Triebwagen wird mit Kolbenluftpumpen, ein anderer mit Turboluftpumpen ausgerüstet. Die Züge erhalten eine kräftige und raschwirkende Bremse, Bauart Westinghouse. Jeder Wagen wird mit zwei Bremszylindern ausgestattet, die einen Bremsklotzdruck von 130% des Wagengewichtes geben. Die Tatsache, dafs mit abnehmender Geschwindigkeit die Reibung zwischen Rad und Bremsklotz zunimmt, wird benützt, um die Bremsklotzaufhängung auf einen Druckregler wirken zu lassen, der aus einem der beiden Bremszylinder Luft entweichen läfst. Auf diese Weise wird erreicht, dafs die Bremskraft zu Ende der Bremsung nur mehr 65% des Wagengewichtes beträgt. Die Versuche haben gezeigt, dafs bei Bremsung eines Zuges von 100 km/Std. der Bremsweg von 540 m auf 450 m und die Bremszeit von 38 Sek. auf 28 Sek. zurückgeht.

Wenn mit der Einführung der elektrischen Zugförderung auf den genannten Strecken gute Erfahrungen gemacht werden, sollen noch weitere Linien auf elektrischen Betrieb umgestellt werden.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

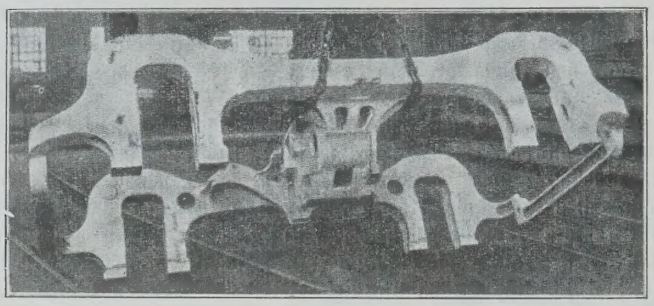
2 Verschiebelokomotive der Terminal Railroad of St. Louis mit neuartigem Rahmen und Tender.

Drehgestelle, Lokomotiv- und Tenderrahmen, die in einem Stück
tahlgufs hergestellt sind, hat man in der letzten Zeit in Amerika
mehrfach verwendet. Jetzt ist man bei der genannten Lokomo-
och weiter gegangen und hat auch die Zylinder an den Rahmen
ossen. Es bilden also die Rahmenwangen, die Querverstrebungen,
rträger und Zugkasten mit den Dampfzylindern, Schiebern, Ein-
ıstutzen und dem Kesselsattel ein einziges Stahlgufsstück.
s eine Gufsstück, das in der Textabbildung dargestellt ist,
soll 30 Teile der früheren Bauart ersetzen, 3 t leichter und dabei etwa viermal so widerstandsfähig sein.

Die neue Lokomotive hat ein Reibungsgewicht von 111 t und entwickelt Zugkräfte bis 27000 kg. Ein Hulson-Schüttelrost ermöglicht lange Dienstschichten ohne Feuerreinigen; in einem Fall soll dies sogar erst nach 30 Tagen erforderlich gewesen sein.

Auch der Tender weist eine ganz neue Ausführung auf. Man hat sich auch hier nicht damit begnügt, das Untergestell aus Stahlgufs herzustellen und den Kasten besonders aufzusetzen, sondern man hat sämtliche Tenderteile, die Seiten- und Stirnwände, die Decke

und alle sonst angeschraubten oder vernieteten Teile durch Schweifsung mit dem gegossenen Untergestell verbunden, so dafs tatsächlich der ganze Tenderkasten aus einem Stück besteht und keinerlei Schrauben- oder Nietverbindungen aufweist. Bei einem Fassungsvermögen von 37,8 m³ Wasser und 11,5 t Kohle wiegt der ganze Tender leer nur 27 t, was nicht nur für amerikanische Verhältnisse, sondern ganz allgemein bemerkenswert wenig ist.



In einem Stück gegossener Lokomotivrahmen mit angegossenen Zylindern.

Die Herstellung der grofsen Stahlgufsteile setzt natürlich sehr gut eingerichtete Giefsereien voraus und es scheint auch in Amerika vorerst nur die Commonwealth Steel Company sich daran zu wagen. Bei Ausbesserungsarbeiten an solchen Teilen wird man allerdings weitestgehend auf die Schweifsung angewiesen sein, was jedoch z. Z. kaum mehr Schwierigkeiten machen wird. R. D.

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 18.)

Ergebnisse von Indizierversuchen an Lokomotiven bei Leerlauf.

Von Zeit zu Zeit werden von der Reichsbahn-Gesellschaft dem Lokomotivpersonal, teils durch schriftliche Verfügungen, teils durch mündliche Unterweisungen der unmittelbaren Vorgesetzten, neue Vorschriften über die günstigste und wirtschaftlichste Ausnutzung der Dampflokomotiven gegeben. Die Lokomotivführer sollen dadurch dazu angehalten werden, nach Möglichkeit mit der vorteilhaftesten Zylinderfüllung zu fahren. Aus wirtschaftlichen Gründen ist dagegen nichts einzuwenden, obwohl jeder gewissenhafte Lokomotivführer versucht, aus der ihm zuerteilten Lokomotive unter Berücksichtigung des sparsamsten Materialverbrauchs das herauszuholen, was mit ihr geleistet werden kann. Durch Einführung der Kohlenprämien wird ohnehin ein möglichst sparsamer Brennstoffverbrauch gewährleistet. Es läfst sich aber sehr schwer eine allgemeine Formel dafür aufstellen, wann die Lokomotive mit 10, 20 oder 30 v. H. Füllungsgrad zu fahren ist. Beispielsweise liefsen sich die ersten von dem Schichauwerk, Elbing gebauten P 8 Lokomotiven, welche Schieber mit doppelter Einströmung hatten, mit verhältnismäfsig kleinerer Füllung fahren. Bei den neueren Lokomotiven dieser Gattung mufste der Füllungsgrad bei sonst gleicher Leistung vergröfsert werden.

Es ist allgemein bekannt, dafs zwei gleiche Lokomotiven einer Gattung, von ein und derselben Lokomotivfabrik, verschiedenen Dampfverbrauch bei gleichen Leistungen haben. Die eine läuft schwer an und benötigt deshalb einen höheren mittleren indizierten Dampfdruck schon beim Leerlauf, während die andere bei sonst gleicher Füllung aber kleinerer Regleröffnung leichter anfährt und entsprechend eine kleinere mittlere Spannung benötigt.

Die nachstehend erwähnten, neu ausgebesserten Lokomotiven haben dieselben Kolben, Schieber und Schieberbüchsen und weichen trotzdem im Lauf voneinander ab. Bei den Versuchsfahrten mit diesen Lokomotiven sollten beim Indizieren besonders Diagramme mit 20 und 30 v. H. Füllung aufgenommen werden. Die Probefahrten wurden auf fast horizontaler Strecke bei Leerlauf vorgenommen.

Abb. 1. P 8 Lokomotiven Nr. 38—2970. Dieses Diagramm ist bei 90 km/h Geschwindigkeit aufgenommen worden, wobei die Füllung 10 v. H. betrug. Nach 3 km Lauf fiel die Geschwindigkeit auf 80 km. Hierauf wurde die Füllung auf 20 v. H. erhöht; die Geschwindigkeit blieb bis auf 4 km Fahrtlänge unverändert und fiel dann etwas. Bei Vergröfserung der Füllung auf 25 v. H. erhöhte sich die Geschwindigkeit während der nächsten 4 bis 5 km von 80 auf 85 km/h. Der Regler war während der ganzen Fahrt vollständig geöffnet. Wenn nun diese Lokomotive für ihre eigene Fortbewegung 25 v. H. Füllung erfordert, erscheint es ausgeschlossen, bei diesem günstigen Füllungsgrad auch noch eine Wagenlast mit gl Geschwindigkeit zu befördern.

Abb. 2. P 8 Lokomotiven Nr. 38—3396. Bei 10 v. H. F stieg die Geschwindigkeit von 80 auf 85 km nach 3 km Entfe Die Füllung wurde nun auf 5 v. H. erniedrigt, trotzdem sti Geschwindigkeit während der nächsten 5 km sogar auf 90 km Mittel- oder Nullstellung der Steuerung blieb die Geschwin auf 90 km/h bestehen. Es genügte also für die Fortbewegun Lokomotive mit 90 km Stundengeschwindigkeit die unveränd Schieberbewegung bei 5 mm linearer Voreilung entsprechen gleichen Einströmkanalöffnung.

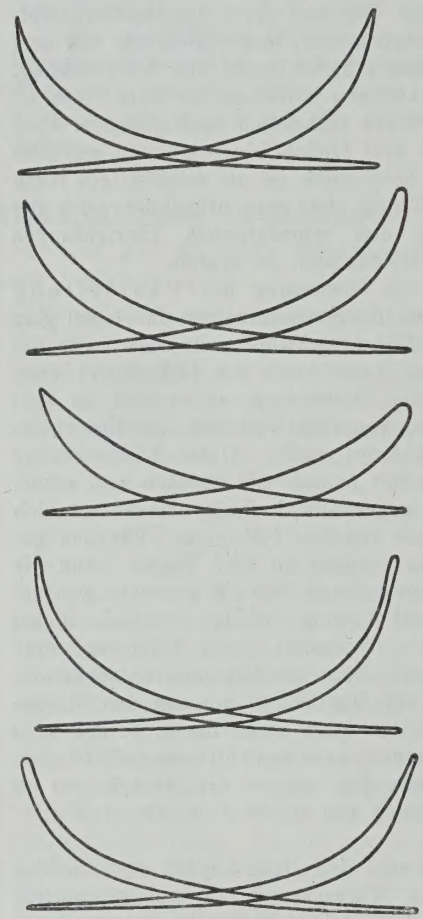


Abb. 1.
$\varepsilon = 10$ v. H.; $p_e = 1$
$V = 90$ km

Abb. 2.
$\varepsilon = 10$ v. H.; $p_e = 1$
$V = 80$ km

Abb. 3.
$\varepsilon = 10$ v. H.; $p_e = 9$
$V = 40$ km

Abb. 4.
$\varepsilon = 0$ v. H.; $p_e = 12$
$V = 50$ km

Abb. 5.
$\varepsilon = 10$ v. H.; $p_e = 10$
$V = 45$ km

Abb. 3. Lokomotive Nr. 5153 Magdeburg. Auf 2 km St stieg die Geschwindigkeit von 40 auf 45 km bei 10 v. H. Fü Nach weiteren 4 km stieg die Geschwindigkeit auf 50 km bei minderung der Füllung auf 5 v. H. Selbst bei Nullstellung die Geschwindigkeit noch etwas zu.

Abb. 4 zeigt ein Diagramm bei Nullstellung der Steuerun vorgenannten Lokomotive.

Abb 5. Lokomotive Nr. 4891 Köln. Bei 10 v. H. Füllun trug die Geschwindigkeit etwa 45 km/h und blieb 3 km unverä dann fiel sie etwas. Erst bei 25 v. H. stieg sie wieder auf bei 2 km Entfernung.

Aus den Diagrammen ist ersichtlich, dafs die Lokomo trotz gleicher Bauart, verschieden im Lauf sind. Der Lokomotivf hat es an der Hand, seine Lokomotive darauf zu untersuchen sie am besten läuft und am wirtschaftlichsten arbeitet. Es ist de auch nicht immer angebracht, den Lokomotivführer nach den Leistu und dem Materialverbrauch der ihm anvertrauten Lokomotiv beurteilen. Einige Führer haben das Glück, eine sparsame Lokom zugeteilt zu bekommen, während andere wieder schwer anfah Lokomotiven haben, bei denen mit dem besten Willen keine güns Zahlen erzielt werden können. Konstrukteur und Betriebs haben sich schon bemüht, die Lokomotiven so zu bauen, dafs Lokomotivseiten genau gleichmäfsig arbeiten, jedoch ohne E Noch viel weniger gelingt es, Lokomotiven einer Gattung mit gleicher Leistung herzustellen. Solange es Dampflokomotiven wird, wird dieser Übelstand kaum überwunden werden können. E

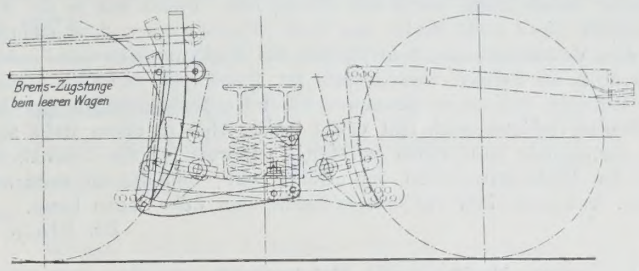
Selbsttätige Kupplung in Japan.

ber Einführung der selbsttätigen Kupplung in Japan wurde an 1926 Heft 8, S. 155 berichtet. Über die inzwischen fest-en Ergebnisse ist dem Wjestnik Putej Soobschenja 1926 zu entnehmen: in Stationen japanischer Bahnen waren früher ann mit dem Kuppeln der Wagen beschäftigt. Nach der rung der selbsttätigen Kupplung erniedrigte sich diese Zahl d. i. auf 14 v. H. der ursprünglichen. Im Verlaufe der ersten onate nach der Einführung der neuen Kupplung sank die Zahl der Kupplung in Beziehung stehenden Unglücksfälle auf 19 ber 150 des entsprechenden Zeitraumes 1924 vor Einführung ien Kupplung. Die Unglücksfälle gingen also auf 12,7 v. H. sprünglichen Zahl zurück. Dr. S.

Bremsdruckregler für Güterwagen.

ie nebenstehend abgebildete Vorrichtung ist bei den Staats- von Neu Süd-Wales an vierachsigen Güterwagen eingebaut. l für jede Belastung des Wagens selbsttätig den erforderlichen druck einstellen.

ie Wirkung der Vorrichtung beruht — wie dies auch sonst versucht worden ist — auf der Zusammendrückung der Tragfedern, d. h. hier der Wiegenfedern. Sobald diese belastet werden, wird der kurze Arm des wagrechten Hebels nach unten, der lange Arm nach oben gedrückt und damit zugleich der Angriffspunkt für



Bremsdruckregler für Güterwagen.

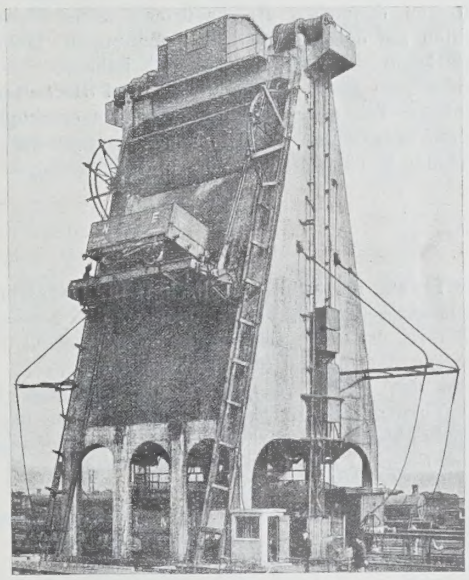
die Bremszugstange verschoben. Da jedoch in Wirklichkeit die Tragfedern und vor allem die im vorliegenden Fall verwendeten Wickelfedern, einem ständigen Spiel unterworfen sind und auch mitunter ermatten werden, wird diese Vorrichtung nicht unbedingt zuverlässig arbeiten. R. D.

(The Railw. Eng. 1926, September.)

Bahnhöfe nebst Ausstattung, Lokomotivbehandlungsanlagen.

ie neue Bekohlungs- und Besandungsanlage in Doncaster.

n der Betriebswerkstätte Doncaster der London und North n Linie ist eine neuartige Bekohlungs- und Besandungsanlage in genommen worden (siehe Abb.). Die Anlage hebt Kohlenwagen t auf eine Höhe von mehr als 18 m über S.-O., von wo aus die in einen Bunker von 500 t Fassungsvermögen gestürzt wird. nker ist unterteilt für zwei Sorten Kohlen und aufserdem sind lere Bunker vorgesehen für die Aufnahme von 20 t trockenem Der beladene Kohlenwagen wird vom Zuge losgekuppelt und uf eine Art Wiege unmittelbar am Bekohlungsturm, die Wiege sich ein wenig, der Wagen neigt sich schwach seitwärts und sich in seiner ganzen Länge gegen eine seitliche Unterstützung, n Wagen gleichzeitig so hält, dafs er nicht entlaufen kann. ser Stellung wird er hochgehoben bis über den Kohlenbunker. iege wird auf der inneren Seite festgestellt und dann weitergedreht, s der Wagen soweit kippt, bis die Kohle entladen ist. Während ippens legt sich der Wagen gegen einen kräftigen Eisenbalken, s er nicht abstürzen kann. Wenn der Wagen entleert ist, beginnt ckläufige Bewegung. Das Heben, Kippen und Ablassen eines ns beansprucht weniger als 4 Minuten, so dafs stündlich 240 t n in den Bunker geworfen werden können. Der Bunker ist in eton gebaut und besitzt 12 Schurren für die Abgabe der Kohlen an okomotiven. Die Bauart ist sehr gedrängt und beansprucht Grundfläche. Der Bekohlungsturm überspannt zwei Lokomotiv- und besitzt eine Länge in Richtung der Gleisachsen von wenig als einer Wagenlänge. Der Bunker ist in 2 Stunden gefüllt in Mann genügt, um alle Lokomotiven zu bekohlen. Der Kraft- f für das Heben des Wagens ist gering, da die Wiege, der Wagen ein Teil der Ladung durch Gegengewichte ausgeglichen sind. Der Sand wird aus dem Wagen in einen Trockner entleert, von r mit Prefsluft zu zwei Bunkern hochgedrückt wird, die an beiden Seiten des Turmes angeordnet sind. Sand und Kohle kann gleichzeitig an die Lokomotiven abgegeben werden.



Ansicht der mechanischen Bekohlungs- und Besandungsanlage in Doncaster.

Wegen der günstigen Erfahrungen ist eine gröfsere Zahl von Bekohlungsanlagen der genannten Art in Bau genommen worden.

Railw. Eng. Nov. 1926. Eb.

Buchbesprechungen.

e, Des Ingenieurs Taschenbuch. 25. Auflage, 4. Band, Berlin 1927, lag Wilhelm Ernst und Sohn. Preis in Leinwand 15.00 RM. ur Vorstellung zunächst eine einfache Aufzählung von Stich- en. Der Band umfafst: Verkehrstechnik (Schiffbau und Schiffs- hinenbau, Automobilbau, Flugzeugbau), Bergbau und Bohrtechnik, ereitung und Hartmüllerei, Landwirtschaft, Nahrungsmittel- und andte Gewerbe, Forstwirtschaftstechnik, Häute- und Leder- beitung, Faserstoff- und Papiertechnik, Keramik und Glas, Gas- ik, Graphische Technik, Kinotechnik, Radiotechnik, Verpackungs- ik.

Der Band ist offenbar eine Nachlese, aber eine von besonderer Man kann sich diesen 4. Band recht wohl so entstanden en, dafs man nach Abschlufs der gewohnten drei Bände sozusagen Inventur über den gegenwärtigen Stand der Technik gemacht Hierbei hat sich dann die Notwendigkeit des 4. Bandes heraus-gestellt. Also erst mit ihm haben wir ein volles Gegenwartsbild. Dafs man dabei den vererbten, gesicherten Altbesitz von den beweglicheren Neuerwerbungen getrennt hat, ist sicher nur klug. Denn es kann leicht die Notwendigkeit eintreten, von diesem Bande häufiger eine neue Auflage herauszubringen als von den übrigen, geruhigeren. Man kann diesen 4. Band auch als eine Art Absatzbecken betrachten, durch den neueste Stoffe, drängende Tagesfragen erst hindurch müssen, ehe ihnen ihre endgültige Stellung angewiesen wird. Deshalb ist es denn auch ganz natürlich, dafs der Inhalt etwas bunt ist, ja dafs einiges darunter ist, was früher mancher Ingenieur als „ungünstig" abgelehnt hätte. In diesem Sinne stellt der vorliegende Band eine Erweiterung des Arbeitsgebietes für den Maschineningenieur dar; die neu angeschlagenen Quellen werden sich sicher als sehr ergiebig herausstellen.

Die Behandlung des Stoffes entspricht durchaus den Über-

lieferungen der „Hütte“. Man braucht z. B. nur den Abschnitt Radiotechnik mit dem zu vergleichen, was sonst geschäftige Federn über den Rundfunk herausbringen, um zu erkennen, dafs man in der „Hütte“ festen Boden unter den Füfsen hat. Dabei war es für den ganzen 4. Band nicht leicht, den Stoff zu gewinnen und zu sichten. In dem Verzeichnis des Schrifttums, das dankenswerterweise jedem Abschnitt als Leitseil vorangestellt ist, findet sich mehr als einmal der Hinweis, dafs es an zusammenfassenden Darstellungen des betreffenden Gebietes noch fast völlig fehlt. Alles in allem stellt also der vorliegende Band einen erfreulichen Beweis für die Lebenskraft und den Fortschrittswillen der „Hütte“ dar; und das ist wohl das Beste, was man einer Jubiläumsausgabe zum Lobe sagen kann.

Dr. Blofs.

C. Kersten: **„Freitragende Holzbauten“.** Zweite, völlig umgearbeitete und stark erweiterte Auflage. Verlag Julius Springer, Berlin. Gebunden 36,— Mk.

Die Verwendung des Holzes als Hauptbaustoff für weitgespannte Tragwerke und die möglichst günstige Ausnützung seiner Festigkeitseigenschaften ist in hohem Mafse abhängig von der Güte und Zweckmäfsigkeit der Verbindung der einzelnen Bauglieder. Die Lösung dieser Aufgabe ist in mannigfachster Weise versucht worden, ohne dafs es bisher gelungen wäre, „die Lösung“ zu finden, die allen gestellten Anforderungen vollkommen entspricht. Es ist daher dankbar zu begrüfsen, dafs im vorliegenden Werk alle in Deutschland vorkommenden Bauweisen für freitragende Holzbauten übersichtlich zusammengestellt werden konnten, wozu dem Verfasser mehr als 30 der namhaftesten deutschen Holzbaufirmen unter Beiseitestellung der Rücksichten auf den Wettbewerb, Zeichnungen, Lichtbilder und sonstige Unterlagen zur Verfügung gestellt haben.

Die vorliegende zweite Auflage bringt auf 340 Seiten Text mit 742 zum gröfsten Teil neuen Abbildungen eine erschöpfende Darstellung der auf dem Gebiete des Holzbaues vorliegenden Bauweisen. Nach eingehender Erörterung der Vor- und Nachteile der Holztragwerke gegenüber anderen Baustoffen und einem kurzen gesc lichen Abrifs ihrer Entwicklung werden im ersten Abschni Stabverbindungen an den Fachwerksknoten und die dabei verwer Verbindungsmittel — Schraubenbolzen, Stab-, Scheiben- und dübel — unter Bekanntgabe der Ergebnisse von Festigkeits Belastungsversuchen besprochen. Hieran schliefst sich die Erört der Ausführungsweise der verschiedenen Formen gegliederter werkträger, der Balkenträger mit rechteckigem und I-förmigem schnitt, der Bogen- und Rahmenbinder mit voller oder geglie Wand und endlich die der binderlosen Wölbdächer, sowie die stellung in der Werkstatt und den Zusammenbau auf der Bau Der zweite, umfangreichste Abschnitt bringt die Beschreibung grofsen Zahl ausgeführter Beispiele aus den verschiedenste wendungsgebieten mit daraus abzuleitenden Konstruktionsregel dritten Abschnitt sind schliefslich kurz gedrängt die wesentlic Eigenschaften des Bauholzes und seine zulässigen Beanspruch nach den bisher geltenden Vorschriften angegeben, wobei nur die inzwischen erschienenen amtlichenen Vorschriften der Deut Reichsbahn noch nicht berücksichtigt werden konnten. Imm darf wohl gesagt werden, dafs das vorliegende Werk ein vorzüg Hilfsmittel für den Konstrukteur bildet, das jedenfalls dazu beit wird, die Ausbildung der weitgespannten Holztragwerke zu fö und damit den Belangen der Holzbaufirmen sowohl, als auc Allgemeinheit zu dienen. Kar

---

Die Zuständigkeiten der Beschaffungsstellen im Verwaltu gebiet der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Zusan gestellt und erläutert von Dr. Karl Koch. Berlin 1927, V Guido Hackebeil A.-G. 4°, VI und 28 S. Preis brosch. RM

Das Heft ist für die Lieferanten der D. R. G. bestimmt und wohl einem weitgreifenden Bedürfnis gerecht, da es für den a halb der D. R. G. stehenden Interessenten bisher schwer war, in der verwickelten Zuständigkeitsorganisation zurecht zu find

---

Verschiedenes.

Die dritte Tagung der Studiengesellschaft für Rangiertechnik.

Die Studiengesellschaft für Rangiertechnik hat am 2. und 3. Juni 1927 ihre dritte Tagung unter dem Vorsitz von Herrn Professor Dr. Ing. Blum in Dresden abgehalten.

Zwischen den Beratungen wurde ein fesselnder und wohldurchdachter Vortrag des Herrn Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne über „Gefällbahnhöfe“ eingeschaltet. Teile dieses Vortrages sind in ausführlicherer Form in dem im Heft 13, Seite 238, sowie in diesem Heft veröffentlichten Aufsatz wiedergegeben.

Die Hauptversammlung am 3. Juni brachte als wesentlichsten Punkt der Besprechung die Berichte der Sonderausschüsse. Folgende Einzelheiten verdienen hervorgehoben zu werden:

Der Sonderausschufs 1 hat das Problem der Mechanisierung des Ablaufgeschäftes in Angriff genommen.

Der Sonderausschufs 2 wird zunächst die bisherigen theoretischen Veröffentlichungen über Ablauf und Profilgestaltung kritisch durcharbeiten und eine für die weiteren Arbeiten der Studiengesellschaft mafsgebende Theorie — gegebenenfalls mit Varianten in der Einzelbehandlung — herausschälen.

Der Sonderausschufs 3 gab einen Bericht über die Begutachtung der Wirbelstromgleisbremse, bei der hervorragende elektrotechnische Gutachter hinzugezogen worden waren. Die Mitgliederversammlung beschlofs, der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft eine Versuchsausführung zu empfehlen, um Wirtschaftlichkeit und technische Wertigkeit dieser neuen Bremsbauart festzustellen.

Ferner bearbeitet dieser Ausschufs eine Denkschrift über die Beanspruchung des Wagenmaterials durch Gleisbremsen, und stellt Richtlinien für die Berechnung und konstruktive Durchbildung der ferngesteuerten mechanischen Gleisbremsen auf.

Der Sonderausschufs 4 behandelt die Mechanisierung des Beidrückens in den Richtungsgleisen. Die Notwendigkeit der Verringerung der Beidrückzeiten für eine Leistungssteigerung Verschiebebahnhöfe ist voll erkannt, der Sonderausschufs wird bewufst an der Lösung dieses Problems mitwirken.

Der Sonderausschufs 5, dessen Arbeitsgebiet die Wei bedienung ist, hat zunächst die Forderung des Betriebes festge und versucht es, die Erfahrung auf den modernen Bahnhöfe die Aufstellung einheitlicher Richtlinien nutzbar zu machen.

Der Sonderausschufs 6 „für Verständigung“ stellt nächst in den Mittelpunkt seiner Erörterungen den Rangierz Nach arbeitswissenschaftlichen Grundsätzen wird zunächst u sucht: Wer soll den Rangierzettel aufstellen? Wie soll er aufge werden? Wie soll die Vervielfältigung, wie die Verteilung erfol Im übrigen wird es das Ziel dieses Ausschusses sein, das verzweigte und zersplitterte Gebiet der Verständigungsmittel mit Bestreben, durchzuarbeiten, eine „Verdichtung auf besti Apparate“ zu erzielen.

Der Sonderausschufs 7 verfolgt die Fortbildung der Betr weise und die Fortschritte der Mechanisierung des Rangierdie im Ausland. Der Ausschufs gab einen zusammenhängenden Be über den Stand der Rangiertechnik in Amerika, England Frankreich.

Alles in allem kann zusammenfassend gesagt werden, daf Studiengesellschaft für Rangiertechnik auf das eifrigste bestreb alle Probleme der Rangiertechnik, die für eine weitausgreif Förderung der Rationalisierung der Verschiebebahnhöfe von deutung sind, im Zusammenhang durchzuarbeiten, um ihre prakti Lösung zu fördern. Hierbei ist von grofsem Wert, dafs die Stu gesellschaft in allen ihren Arbeiten dem wissenschaftlichen den Vorrang läfst zur Vertiefung der Forschung und zur Erring eines nachhaltigen Erfolges.

Verkehrstechnische Woche 1927, Heft 25 v. 22. 6. 27.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
iftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
ahrgang | 15. August 1927 | Heft 15

Zur Theorie des Lokomotivkessels

im Lehrbuch von Garbe: »Die zeitgemäfse Heifsdampflokomotive«.

Von Prof. Dr. Ing. Heumann, Aachen.

(Schlufs).

Weiterhin untersucht der Verfasser, wie sich an einem vorden Rauchrohr mit Überhitzerelement t_a, Q_2, τ, $t_ü$ und λ, ır Überhitzung von 1 kg Heifsdampf erforderliche Wärme- ändern bei Zunahme von Q_1. Dabei nimmt er für so auch für G_1 und G_2, für D und t_e bestimmte vonler unabhängige feste Werte bzw. Wertstufen an. Dieser veränderlicher und zwar zunehmender stündlicher Wärme- Q_1 durch das Rauchrohr hindurch an das Kesselwasser ich »im Betriebe ergeben bei Kesselsteinbelag der Rauch-«, soll wohl heifsen: Bei allmählicher Abnahme des lsteinbelages, ein Fall, der in Wirklichkeit wohl nie mmen dürfte. Davon abgesehen ist natürlich eine Änderung $_1$ sehr wohl möglich. Wie ändert sich nun zunächst t_a, er zunächst das gedachte t_{a_1} mit Q_1? Das geht hervor er Beziehung: $Q_1 = G_1 (c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_{a_1}} \cdot t_{a_1})$. Wenn G_1 t_e unverändert bleiben sollen, mufs hiernach t_{a_1} mit endem Q_1 abnehmen, während Verfasser es — das er a gleichsetzt — zunehmen läfst. t_m, der Mittelwert des änderlichen t_e und des abnehmenden t_{a_1} bzw. eines diesem hten naheliegenden wirklichen t'_{a_1} mufs mithin ebenfalls hmen, bestimmt durch obige Gleichung, während Verfasser enfalls zunehmen läfst. Er kommt zu diesem Irrtum aus Beziehung: $(t_m - t_0) \cdot H_1 \cdot k_1 = Q_1$, indem er darin ohne res k_1 als unveränderlich ansieht, während das Wachsen Q_1 hier nach den Voraussetzungen des Verfassers gerade starkes Anwachsen von k_1 zustande kommt. Da Verfasser weiter aus dem falschen t_m die Werte t_a, Q, Q_2, τ und $t_ü$ mmt, so werden diese schon aus diesem Grunde alle falsch; ekommt ein zu- statt abnehmendes t_a (s. oben), ein abzunehmendes Q. Aufserdem kann er ja aus t_m gar nicht wirkliche t_a, sondern nur das gedachte t_{a_1} bestimmen, da ıfser durch t_{a_1} noch durch t_{a_2} festgelegt wird. Nimmt ein gleiches wirkliches t_a im ganzen freien Rauchrohrschnitt an, so kann man dieses etwa gleich dem Mittelwert edachten, $= (t_{a_1} + t_{a_2}) \frac{1}{2}$ setzen, wobei zunächst t_{a_2} als unıderlich angesehen werden kann. Somit sinkt das wirkliche alb so stark wie das gedachte t_{a_1}. Daraus erhält man ufig $Q = (G_1 + G_2) (c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_a} \cdot t_a)$, das danach genau iel zunimmt wie Q_1. In Wirklichkeit wird infolge Wärmeausches im Rauchrohr das Sinken von t_{a_1} auch t_{a_2} in eidenschaft ziehen, wird also t_{a_1} etwas weniger als berechnet, len t_{a_2} und Q_2 ganz wenig sinken. Die Zunahme von Q bleibt ırch unverändert Infolge dieser ganz geringen rechnerisch ver fafsbaren Abnahme von t_{a_2} und Q_2 sinkt auch $\tau = \frac{Q_2}{k_2 \cdot H_2}$ einen geringen Betrag und schliefslich auch $t_ü$, wie sich aus Beziehung $Q_2 = D \cdot c_{m_D} \cdot (t_ü - t_0)$ ergibt. Verfasser dagegen lt wegen des falsch berechneten und mit t_{a_2} gleichgesetzten ein viel zu starkes Sinken von Q_2 und τ und ein Steigen $t_ü$ bei sinkendem Q_2!

Weiter ermittelt Verfasser die im Überhitzer auf 1 kg Dampf wirklich übertragene Wärmemenge $\lambda' = \frac{Q_2}{D}$ und vergleicht sie mit der zum Überhitzen von 1 kg Dampf erforderlichen Wärmemenge $\lambda = c_{m_D} (t_ü - t_0)$ und kommt infolge seiner falschen Berechnung von t_a, Q_2 und $t_ü$ zu dem in Abb. 5 (einer Wiederholung von Abb. 43 des Verfassers) dargestellten verblüffenden Ergebnis, das die λ und λ'-Kurve einander schneiden und rechts vom Schnittpunkt die verfügbare Wärmemenge viel zu klein wird, um $t_ü$ zu erzeugen! In Wirklichkeit fallen die beiden Kurven ganz schwach nach rechts ab, wegen ganz geringen Sinkens von Q_2 und $t_ü$, und fallen entweder ganz zusammen oder es liegt — bei Verwendung eines Teils von Q_2 zum Nachverdampfen — λ' etwas über λ. Die verschiedene Neigung der λ und λ'-Kurve beim Verfasser rührt von der falschen Berechnung von Q_2 und $t_ü$ her, die grofse Differenz $\lambda' - \lambda$ bei Beginn der Kurven von der völlig willkürlichen Wahl von D, während in Wirklichkeit D in fester Abhängigkeit von Q_2 steht, nämlich $D = \frac{a \cdot Q_2}{c_{m_D} (t_ü - t_0)}$ ist, worin a bei $\lambda = \lambda' = 1$, sonst etwas kleiner, ist. Die t_a, t_m, Q, Q_2, τ, $t_ü$, λ, λ' ändern sich also mit Q_1 ganz anders wie der Verfasser entwickelt, womit auch seine hierauf aufgebauten Schlüsse hinfallen.

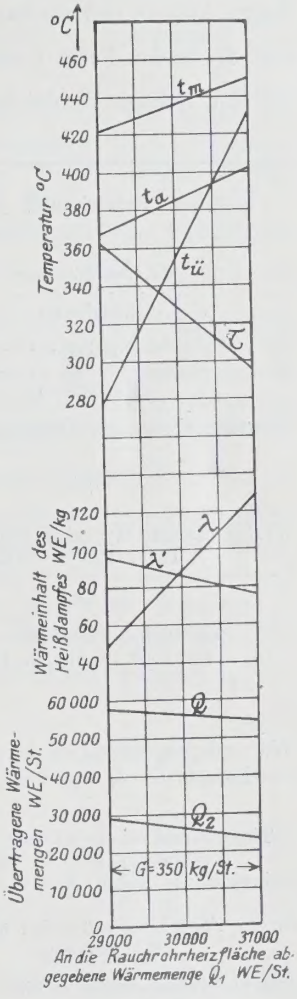


Abb. 5.

Rostform.

Einen scharfen Kampf führt der Verfasser gegen den breiten Rost. Leider sind auch hier seine Ausführungen nicht stichhaltig. Er vergleicht fünf verschieden grofse Sattdampfkessel miteinander, von denen drei (Nr. 2, 4, 5) einen »breiten Rost«, die übrigen beiden (Nr. 1 und 3) einen »schmalen« haben sollen. Es interessiert vor allem der Vergleich zwischen 1 und 5. Obwohl 5, also der Kessel mit breitem Rost, die 1,35fache Rostfläche und die 1,4fache Heizfläche des Kessels 1 mit schmalem Rost hat, behauptet Verfasser, beide seien ungefähr gleich leistungsfähig und legt einem Vergleich der Verdampfungsfähigkeit dieser beiden Kessel die gleiche auf dem Rost stündlich verfeuerte Brennstoffmenge von B = 900 kg zugrunde, stellt also einer spezifischen

Rostanstrengung $\frac{B}{R}$ = 400 kg/Std. des Kessels 1 eine solche von 295 kg/Std. des Kessels 5 gegenüber. Er begründet diesen Unterschied hier nicht; nach seinen Ausführungen an anderer Stelle ist aber anzunehmen, dafs er den »breiten kurzen« Rost immer gleichzeitig als »grofs« ansieht, d. h. gröfser im Verhältnis zur Heizfläche als den schmalen langen. Hier ist bei Kessel 5 $\frac{R}{H}$ noch etwas kleiner als beim Kessel 1. Es ist somit weder die Behauptung richtig, dafs Kessel 1 ungefähr ebenso leistungsfähig sei wie 5, noch die Verringerung von $\frac{B}{R}$ bei 5 für einen richtigen Vergleich zulässig. Aufserdem genügen die ganz geringen Unterschiede in der Rostbreite von 1,35 gegenüber 1,0 m bei gleicher Länge wohl kaum, um den einen als typischen Vertreter der schmalen langen, den andern als typischen Vertreter der breiten kurzen Roste anzusehen, wie Verfasser es tut. Aus diesem Grunde gelten die Ergebnisse dieser Vergleichsrechnung gar nicht allgemein für Kessel mit schmalen, langen, kleinen und mit kurzen, breiten, grofsen Rosten. Belastet man die beiden Roste 1 und 5 gleich mit $\frac{B}{R}$ = 400 kg m²Std., um eine richtige Vergleichsgrundlage zu haben, so erhält man die Zahlenwerte der beiden letzten Spalten der Übersic denen in Spalte 1 und 2 die Werte des Verfassers gegen gestellt sind. Die Zahlenwerte der beiden letzten Spalten soweit einigermafsen zulässig, nach dem Rechnungsverf des Verfassers ermittelt. Das war nicht mehr möglich be Bestimmung von t_e, das vom Verfasser errechnet ist au an sich richtigen Beziehung:

$$c_{m_e} \cdot t_e = \frac{Q - Q_F}{G},$$

mit t_e als der Rohreintrittstemperatur der Heizgase und der stündlich auf dem Rost nutzbar erzeugten Wärmem Verfasser berechnet nun Q als B . h, berücksichtigt also nicht unbeträchtlichen Verbrennungsverlust gar nicht und rechnet Q_F nach der schon oben als falsch erwiesenen Bezie $Q_F = H_F \cdot K\,(T_o - t_o)$.

Man erhält t_e richtig aus der Beziehung:

$$H_F = \frac{G}{K} \cdot c_m \ln \frac{T_o - t_o}{t_e - t_o},$$

worin c_m, das sich sehr wenig mit dem gesuchten t_e än hinreichend genau geschätzt werden kann. Den Kessel grad η_K berechnet Verfasser als das Verhältnis $\frac{Q_F + Q_s}{B \cdot h}$, zu grofs, weil er Q_F zu berechnet.

Eine richtig dur führte »rein theoretisch mittlung zeigt« nach sicht 4 keineswegs, »daf Kessel mit breitem Ro der Wärmeübertragung günstiger dastehen als mit schmalem«, das nicht einmal die — falsch des Verfassers. Diese vielmehr, dafs die Wä übertragung und der Ke wirkungsgrad nicht portional der Rohrheizfläc vergrölserung zunehmen, dern schwächer, was lä bekannt ist und mit Frage breiter oder schm Rost nichts zu tun hat. gesehen davon ist ja kaum ein »breiter« vorhanden.

Übersicht 4.

Bezeichnung	Einheit	Zahlenwerte des Verfassers		berichtigt		
Kesselnummer		1	5	1	5	
Rostlänge	m	2,25	2,25	2,25	2,25	
Rostbreite	m	1,00	1,35	1,00	1,35	
Rostfläche	m²	2,25	3,05	2,25	3,05	
Stündlich verbrannte Brennstoffmenge B	kg/Std.	900	900	900	1220	
B/R	kg / Std. . m²	400	295	400	400	
Verbrennungstemperatur T nach Goss: $T_o = 975 + B/R$	°C	1375	1265	1375	1375	
$T_o - t_o$	°C	1185	1075	1185	1185	
Stündliches Heizgasgewicht für 1 m² Rostfläche G/R	kg / Std. . m²	6870	5660	6870	6870	
G	kg/Std.	15420	17250	15420	20980	
Wärmedurchgangszahlen in der Feuerkiste $K = k + \varkappa$: k	WE / Std. . m² . °C	42	36	42	42	
$\varkappa$		94	98	94	114	
K		136	134	136	156	
Theoretisch in der Stunde erzeugte Gesamtwärme Q = Bh (Heizwert der Kohle: h = 6710 WE/kg)	WE/Std.	6040000	6040000	6040000	8200000	
In der Feuerkiste stündlich übertragene Wärmemenge	WE/Std.	1690000	1710000	1437000	1860000	
Gaseintrittstemperatur an den Rohren t_e	°C	1100	987	1030	1036	Langkessel
k Heizrohre	WE / m² . Std. . °C	39,6	35,1	39,6	40,6	
Austrittstemperatur der Heizgase t_a	°C	448	374	413	392	
Im Langkessel stündlich übertragene Wärmemenge $Q_s = G\,(c_{m_e} t_e - c_{m_a} t_a)$	WE Std.	2660000	2760000	2500000	3560000	
Stündlich in die Rohre eintretende Wärmemenge $G c_{m_e} t_e$	WE/Std.	4350000	4470000	4060000	5630000	
Stündliche Abgaswärmemenge $G \cdot c_{m_a} t_a$	WE/Std.	16900 0	1570000	1560000	2070000	
Kesselgütegrad: η_K		0,72	0,74	0,65	0,66	

Bestimmung der Hauptab sungen von Lokomotivkes

Rostfläche.

In der zweiten H seiner Arbeit wendet Verfasser seine bis d gewonnenen theoretischen gebnisse auf die Best mung der Haupt messungen von Lokom kesseln an. Für die stimmung der Rostflä bringt er nichts Neues, arb hier mit der alten Verhält zahl $\frac{B}{N_i}$ mit ihren bekan Mängeln, ohne auf die hängigkeit von R von

ratur des Speisewassers (Vorwärmung), dem Grad der tzung, der Dampfspannung, dem Heizwert und der Beıheit des Brennstoffes und von dem mit der Rostıgung sich ändernden Kesselwirkungsgrad näher einzu- obwohl hier sehr brauchbare Vorarbeiten von Strahl en.

Heizrohrheizfläche.

ür die Bestimmung der Rohrheizfläche, genauer der ohrheizfläche, leitet Verfasser zunächst Ausdrücke und W ab als Funktionen von $\frac{H}{q}$ und zwar für ein beı, als unveränderlich angenommenes $\frac{G}{H}$ (siehe unten). ier $= \frac{4\,l}{d}$. Nach diesen Ausdrücken wächst sowohl U wie $\frac{H}{q}$ oder $\frac{4\,l}{d}$, wie auch die bildliche Darstellung von

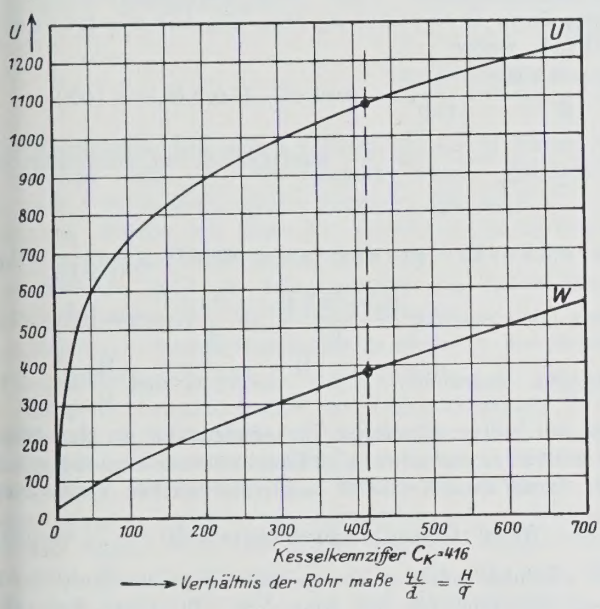


Abb. 6.

d U als Funktionen von $\frac{H}{q}$ — in verschiedenem Mafs- — der Abb. 46 (hier als Abb. 6 wiederholt) richtig Nun behauptet der Verfasser: »Die Zunahme von W stigt die Ausnutzung der Heizgaswärme, die Zunahme J dagegen ist nicht erstrebenswert, weil die übermäfsige ngerung des freien Heizgasquerschnittes« — bei sehr m $\frac{4\,l}{d}$ — »erhöhte Blasrohrwirkung erfordert. Deshalb so grofs, U so klein wie möglich zu wählen.« Dafs röfserung von $\frac{4\,l}{d}$ stärkere Blasrohrwirkung erfordert, ist g, aber vergröfsertes W bedeutet ebenso gut wie verrtes U eine Zunahme von $\frac{4\,l}{d}$, also Erfordernis stärkerer ohrwirkung; in dieser Beziehung verhalten sich U und undsätzlich gleich! Man kann doch nicht bei W von r zwangläufigen Verknüpfung mit dem erforderlichen Blasruck absehen, diese aber bei U als allein mafsgebend ellen, wenn der Blasrohrdruck von beiden in grundsätzgleicher Weise beeinflufst wird. Tatsächlich läfst man im motivbau den Verhältniswert $\frac{H}{q}$, hier $\frac{4\,l}{d}$, mit Rücksicht den hiermit wachsenden erforderlichen Blasrohrdruck einen gewissen Wert, der nach den verschiedenen Anschauungen der einzelnen Verwaltungen und den verschiedenen wirtschaftlichen Verhältnissen verschieden hoch liegt — in Deutschland wohl etwa 440 —, nicht überschreiten, sollte sich andererseits dieser oberen Grenze wegen des Wachsens von k mit $\frac{H}{q} = \frac{H}{G} \cdot \frac{G}{q} =$ $= \frac{H}{G} \cdot 3600 \cdot w \cdot \gamma$, also mit $w\,\gamma$ bei gleichbleibendem $\frac{H}{G}$ möglichst nähern. Eine weitere, wissenschaftlich gekennzeichnete Bedeutung hat dieser empirische Grenzwert nicht!

Der Schlufs des Verfassers: »deshalb ist W so grofs, U so klein wie möglich zu wählen«, ist also nicht haltbar. Es sind vielmehr aus den angegebenen Gründen beide so grofs zu wählen, wie es der mit beiden wachsende Blasrohrdruck — also auch Kolbengegendruck — zuläfst. Der Verfasser behauptet nun, das günstigste $\frac{H}{q}$, also für möglichst grofses W und möglichst kleines U, sei dasjenige, bei dem nach den Mafsstäben für U und W in Abb. 46 (6):

$$\frac{d\,U}{d\left(\frac{H}{q}\right)} = \frac{d\,W}{d\left(\frac{H}{q}\right)}, \text{ also in Wirklichkeit } \frac{d\,U}{d\left(\frac{H}{q}\right)} = 1000\,\frac{d\,W}{d\left(\frac{H}{q}\right)}$$

ist, d. h. derjenige Punkt in Abb. 6, in dem die beiden U- und W-Kurven parallel laufen. Tatsächlich ist es durchaus nicht einzusehen, warum bei diesem Punkt gröfstes W und gleichzeitig kleinstes U — an sich falsche Forderungen — erreicht sein sollen. Diese Parallelität wird in Abb. 6 bei $\frac{H}{q}$ oder $\frac{4\,l}{d} = 416$ erreicht, also bei einem Wert, der mit dem oben angegebenen empirischen Grenzwert 440 einigermafsen übereinstimmt. Das ist rein zufällig. Es ist durchaus unangebracht, dem Zahlenwert 416 nach der Ableitung des Verfassers als der »Kesselkennziffer« eine wissenschaftliche Bedeutung beizulegen. Auch nach den vom Verfasser angezogenen Versuchen von Henry kommt $\frac{H}{q} = 416$ keine irgendwie ausgezeichnete Bedeutung zu.

In der Ableitung und Beurteilung dieser »Kesselkennziffer« erschöpft sich die Leistung dieses Abschnitts. Die Rohrheizfläche H wird tatsächlich nicht bestimmt, entgegen der anscheinend vorhandenen Absicht des Verfassers, H für ein gegebenes G auf folgende Weise zu bestimmen. Verfasser geht wieder aus von der Beziehung $\frac{H}{q} = \frac{4\,l}{d} = U \cdot W$, setzt darin wie oben $U = \frac{1}{\frac{q}{G} \cdot k}$ mit $k = f\left(\frac{q}{G}\right)$, aber W nicht $= \Sigma \frac{c_{m_e} \cdot t_e - c_{m_a} \cdot t_a}{t_m - t_o}$, sondern $= \frac{H \cdot k}{G}$, d. h. er erhält in Wirklichkeit die tautologische Beziehung:

$$\frac{4\,l}{d} = \frac{H}{q} = \frac{1}{\frac{q}{G} \cdot k} \times \frac{H \cdot k}{G} = \frac{G}{q \cdot k} \times \frac{H \cdot k}{G} = \frac{H}{q},$$

die er ohne weiteres ohne den Umweg über U und W hätte hinschreiben können, indem er $\frac{H}{q}$ mit $\frac{G}{k}$ multiplizierte und dividierte. Er behauptet nun weiter, »diese Gröfsen« — wohl U und W in dieser Bedeutung — »seien bei der Wahl von $\frac{H}{q} = \frac{4\,l}{d}$ und von G schon bestimmt«. Danach scheint es, als ob er aus $\frac{4\,l}{d} = \frac{G}{q} \cdot \frac{H}{G}$ bei bekannten $\frac{4\,l}{d}$ und G die Heizfläche H bestimmen zu können glaubt; das geht natürlich nicht, er mufs noch $\frac{G}{q}$ oder $\frac{H}{G}$ annehmen, um aus dieser Beziehung H bestimmen

zu können. Tatsächlich rechnet er dann mit einem bestimmten $\frac{H}{G}$, setzt damit also, weil G gegeben ist, das H einfach fest, gibt mithin tatsächlich eine Ermittlung von H auf.

Rauchrohr- und Überhitzerheizfläche.

Läfst man nun die vom Verfasser fälschlich der Gröfse $\frac{H}{q} = 416$ beigelegte Bedeutung einmal gelten, so sind selbst auf dieser Grundlage die im nächsten Abschnitt daraus für die Bestimmung der Rauchrohr- und Überhitzerheizfläche gezogenen Schlüsse nicht haltbar. $\frac{H}{q} = 416 = C$ bedeutet für die Rauchrohr- und Überhitzerheizfläche mit den Bezeichnungen des Verfassers: $x = \frac{D}{d} = \frac{\text{lichter Rauchrohrdurchmesser in m}}{\text{äufserer Überhitzerrohrdurchmesser in m}}$, l = Länge der Überhitzerelemente oder der umschliefsenden Rauchrohre in m und

m als der Zahl der Überhitzerrohre in einem Rauchrohre

$$\frac{\Sigma H}{q} = \frac{H_1 + H_2}{q} = \frac{x \,.\, d \,.\, \pi \,.\, l + m \,.\, d \pi \,.\, l}{x^2 \,.\, d^2 \frac{\pi}{4} - m \,.\, d^2 \frac{\pi}{4}} = \frac{4\,l}{d} \cdot \frac{x + m}{x^2 - m} = 416 = C,$$

während der Verfasser, abweichend von der Aufstellung seiner Kennziffer 416, jetzt $\frac{4\,l}{d} \cdot \frac{x + m \,.\, 0{,}9}{x^2 - m}$ als »Kesselkennziffer« $C = 416$ aufstellt, also stillschweigend nicht den Wert $\frac{H_1 + H_2}{q}$, sondern $\frac{H_1 + 0{,}9\,H_2}{q}$ als Kennziffer $C = 416$ einführt. Das bedeutet bei $H_1 \sim = H_2$ ein $C = \frac{2{,}0}{1{,}9} \,.\, 416 = 428$ statt 416. Ein stichhaltiger Grund für diese Änderung wird nicht angegeben, denn dafs k_2 nicht $= k_1$ sondern etwa $= 0{,}9\ k_1$ ist, ist wohl für die Wärmeübertragung von Bedeutung, aber kaum für die Kesselkennziffer.

Von den genannten Voraussetzungen des Verfassers aus hätte es wohl Sinn, die genügend genaue Innehaltung von $C = 428$ oder $\frac{4\,l}{d} \cdot \frac{x + 0{,}9 \,.\, m}{x^2 - m} = 416$ bei verschiedenen miteinander verglichenen Überhitzerbauarten zum Kennzeichen ihrer Güte zu machen. Das tut der Verfasser aber nicht, sondern er macht die Annäherung des Verhältnisses $\frac{x + 0{,}9\ m}{x^2 - m}$ an 1 oder, was dasselbe bedeutet, des Verhältnisses $\frac{4\,l}{d}$ an 416 zu diesem Kennzeichen, bezeichnet diejenigen Bauarten als die günstigsten, bei denen $\frac{4\,l}{d} = 416$ ist. Er vertauscht also plötzlich die soeben abgeleitete Kennziffer für die Rauchrohr- und Überhitzerheizflächen mit der früheren allein für Heizrohre geltenden $\frac{\Sigma H}{q} = \frac{4\,l}{d}$, worin jetzt d aber nicht etwa den lichten Rauchrohr-, sondern den äufseren Durchmesser eines Überhitzerrohres bedeutet, so dafs dies neue $C = \frac{4\,l}{d}$ mit wachsendem Überhitzerrohrdurchmesser d abnimmt, während das wirkliche $\frac{\Sigma H}{q} = C$ doch damit zunimmt. Diese »Kesselkennziffer« hat überhaupt keinen Sinn mehr und führt zu ganz falschen Ergebnissen, zunächst zu falscher Beurteilung verschiedener miteinander verglichener Überhitzerbauarten.

Weiter gründet Verfasser auf diese falschen Voraussetzungen die Ableitung eines Festwerts für die günstigste Rohrlänge jedes Grofsrohr- und jedes Kleinrohrüberhitzers, ohne zu beac

dafs auch bei Annahme von $\frac{4\,l}{d} = 416$ l eine Funktion von

Weiter ermittelt Verfasser die Anstrengung der Üb

hitzerheizfläche $\frac{D}{H_2}$ aus der Beziehung

$$H_2 \,.\, k_2 \,.\, \tau = D \,.\, c_{m_D} \,.\, (t_{\ddot{u}} - t_o),$$

indem er wieder $t_{\ddot{u}} = \tau$ setzt und $t_{\ddot{u}}$ in der oben angegeb Weise bestimmt. Dafs und warum dieser Weg ungangbar ist oben nachgewiesen.

Seiner ausgesprochenen Absicht entgegen ermit Verfasser dann nicht das günstigste Verhältnis des gesam freien Rauchrohrquerschnitts zum gesamten H rohrquerschnitt, sondern verfährt hier in folgender W Er setzt den gesamten freien Rauchrohrquerschnitt

$$q = G \,\frac{(H_1 + 0{,}9\,H_2)}{G} \cdot \frac{q}{(H_1 + 0{,}9\,H_2)},$$

nimmt darin G = 10000 kg/Std., also für die Rauchro allein!, weiter:

$\frac{H_1 + 0{,}9\,H_2}{G} = \frac{1}{100}$, -- also $(H_1 + 0{,}9\,H_2) = 100$! —

$\frac{q}{H_1 + 0{,}9\,H_2} = \frac{1}{\frac{4\,l}{d}} = \frac{1}{416}$ ausdrücklich an und erhält u

diesen Voraussetzungen $q = 10000 \,.\, \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{416} = 0{,}2$

seiner Gleichsetzung $\frac{H_1 + 0{,}9\,H_2}{q} = \frac{4\,l}{d}$ liegen weiter die Vo

setzungen zugrunde: $x = \frac{D}{d} = 3{,}291$ und $\frac{H_2}{H_1} = y = 1$,

Also nur unter all diesen Voraussetzungen ist der günst ganze freie Gasquerschnitt aller Rauchrohre zusammen $q = 0{,}2$ Kurz darauf setzt Verfasser — für die gleichen Voraussetzu

— den freien Gesamtrauchrohrquerschnitt $= \frac{q}{2}$, versteht

jetzt scheinbar unter q den gesamten Gasquerschnitt des K kessels einschliefslich der Heizrohre. In dieser Verwechs bzw. Setzung besteht seine »Ermittlung« des fraglichen

hältnisses, das ja nicht einfach $= \frac{1}{2}$ gesetzt werden

sondern von H_2, $t_{\ddot{u}}$, der Speisewassertemperatur (Vorwärm und dem Verhältnis der Gasgeschwindigkeiten in den be Rohrsystemen abhängig ist!

Aus der richtigen geometrischen Beziehung $\frac{H_1}{\frac{4\,l}{D}} - \frac{H_2}{\frac{4\,l}{d}}$

worin q den gesamten freien Rauchrohrquerschnitt bede

oder — mit $D = x \,.\, d$, $H_2 = H_1 \,.\, y$ — aus $H_2 \left(\frac{x}{y} - 1\right) = q \left($

»ermittelt« dann der Verfasser die »wirksame« Heizfläche

indem er an Stelle von $q\,\frac{q}{2}$ und $\frac{4\,l}{d} = 416$ setzt und in

er weiter $q = 0{,}24$ m² einführt, also stillschweigend die dafür angegebenen Voraussetzungen dahin ändert, dafs er

$(H_1 + 0{,}9\,H_2) = \frac{100}{2}$ m² und $G_{\text{Rauchrohre}} = \frac{10000}{2}$ kg/Std. grunde legt. Tatsächlich spricht er hiermit lediglich die zwis

H_2 und $(H_1 + 0{,}9\,H_2) = \frac{100}{2}$ m², $G = \frac{10000}{2}$ kg/Std., $x = 3$

und $y = 1{,}215$ bestehende geometrische Beziehung aus, mittelt H_2 nicht, denn er legt dieses schon durch

etzungen fest zu $H_2 = \frac{\frac{100}{2}}{\frac{1}{1{,}215} + 0{,}9} = 29\ m^2$

it $H_2 = 29\ m^2$ und $y = 1{,}215$ erhält Verfasser dann $\frac{29}{1{,}215} = 23{,}9\ m^2$, weiter die gesamte wasserverdampfende izfläche $= 23{,}9 + 4{,}3 + 50 = 78{,}2\ m^2$ als einfache

unbesetzte Rauchrohre — Heizrohrbündel

rische Folge seiner Voraussetzungen und »ermittelt« die wasserverdampfende »Kessel«heizfläche H, indem er rch 0,9 dividiert, zu 87 m^2, während in Wirklichkeit doch $_F + 78{,}2$ ist!

chliefslich berechnet der Verfasser auch hier für verschiedene Überhitzer $t_ü$, t_a und Q_2 nach dem gleichen Verfahren wie oben, die also aus dem gleichen Grunde wie oben: Gleichsetzung von t_1 und τ, Vernachlässigung von $\frac{G_2}{D}$, falsch sind. Auch hier sinkt beim Verfasser Q_2 mit steigendem $t_ü$! Demgemäfs findet sich auch hier die kühne Behauptung, dafs »die auf den Überhitzer übertragene Wärmemenge sich bei gleichzeitig steigender Überhitzung vermindert«.

Aufser diesen grundlegenden Fehlern weist die Arbeit eine grofse Menge kleinerer, schiefe Ausdrucksweise, viel Ungenauigkeiten und falsche Dimensionsangaben auf, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Leider machen m. E. schon die besprochenen Fehler die Morgenrothsche Arbeit gänzlich unbrauchbar sowohl in ihrer allgemeinen theoretischen Untersuchung der Wärmeübertragung wie in der Bestimmung der Hauptabmessungen des Lokomotivkessels.

zweite Betriebsjahr der Schienenschweifsungen im Bezirk der Reichsbahndirektion Nürnberg.

Von Reichsbahnoberrat **Schönberger**, Nürnberg.

Hierzu Tafel 28 bis 31.

eit Einrichtung der ersten Versuchsstrecke in Nürnberg-rbahnhof, die ich im Organ 1925*) behandelte n noch verschiedene weitere Versuche durchgeführt; im ehenden möchte ich über die getroffenen Anordnungen ie gewonnenen Erfahrungen berichten. Die Lage der ien Strecken wolle aus dem Lageplan der Station Nürn-angierbahnhof (Taf. 30) ersehen werden.

m Ende des zweiten Betriebsjahres waren in den beiden ien Nürnberg Hbf. und Rbf. geschweifst:

Die erste Versuchsstrecke im Verbindungsgleis 2 für inführung der Güterbahn Stein—Nürnberg Rbf. in den rbahnhof zwischen km 1,362 und 2,651 = 1289 m in ängen von 60 m, 84 m und 108 m, welche durch Anfsen von 6 m Stücken mit Auszugstöfsen zum Teil auf n von 66 m, 90 m und 114 m gebracht wurden. Die e liegt in der Steigung 1 : 180; sie ist zum Teil lt, zum Teil geschraubt; sie wird durchschnittlich im on 24 Güterzügen befahren; wovon etwa $^1/_3$ vor dem rsignal halten mufs. Durch das Bremsen und Wiederen der schweren Güterzüge wird das Gleis stark und n gleicher Richtung beansprucht. Zur Ermöglichung der nung sind fünf Ausdehnungsstöfse mit je 50 mm Auszughkeit eingebaut (durch Verbiegen der Laschenschrauben sich Auszüge bis zu 65 mm ergeben); die übrigen Stöfse ormale Laschenstöfse; alle Stöfse sind durch Einbauen isenbetonrosten verstärkt. Die Stofslücken wurden bei C in der Weise geregelt, dafs die gewöhnlichen Laschen- wie auch die Ausziehstöfse genau auf die Hälfte ihres ges eingestellt wurden. Der vor der Versuchsstrecke le Stofs wurde gegen die Übertragung von Wandergen aus dem anliegenden Gleis fest verankert.

. Das Verbindungsgleis 3 zur Einführung der Güterbahn bach in den Rangierbahnhof. Dieses Gleis ist auf Eisenlen in Schotterbettung verlegt. Die Einzellängen sind mit normaler Verlaschung. Am Anfang und Ende der e ist je ein Ausdehnungsstofs von 50 mm Ausdehnungshkeit eingebaut; die übrigen Stöfse sind normale Laschen-

Sämtliche Stöfse sind durch Eisenbetonroste verstärkt it Stofsbrücken und umgearbeiteten Auflauflaschen ausgt. Auch sind Pappelholzplättchen zur weiteren Beung der Bewegungen eingebaut. Bei zehn Stöfsen am g der Strecke wurde das Schienengestänge in Streifen von 35 cm Breite eingeschottert und zwar aufsen bis Schienenoberkante, innen bis 40 mm unter Schienenoberkante.

III. Gleis 5 im inneren Einfahrbahnhof wurde in einer Strecke von 616 m in Längen von 321, 102, 96 und 97 m geschweifst. Das Gleis ist auf Holzschwellen in Sandbettung verlegt und genagelt. Es sind drei Ausdehnungsstöfse eingebaut.

IV. Gleis 7 im inneren Einfahrbahnhof ist geschweifst auf 658 m Länge in Schweifsfeldern von 96, 105, 105, 120, 120 und 112 m. Am Anfang und Ende der Strecke sind Ausdehnungsstöfse eingebaut.

V. Verschiedene Gleisverbindungen am Ablaufkopf, dann von zwei Gleisen der nördlichen Richtungsharfe die Auffängerstrecke auf etwa 300 m Länge. In diese Gleise konnten wegen der Verwendung von Radschuhen zum Auffangen der ablaufenden Wagen Ausdehnungsstöfse nicht eingebaut werden.

Die Gruppen III, IV und V hängen ziemlich innig zusammen. Sie eignen sich zu **Ablaufversuchen bei ungünstigen Witterungsverhältnissen** (Gegenwind, Schneetreiben).

VI. Sämtliche Schienenstöfse auf und vor der Brücke des Ludwig-Donau-Main-Kanales zur Vermeidung der starken Schläge auf das Mauerwerk und zur Schonung der Eisenüberbauten.

VII. Bei 37 stark beanspruchten Weichen sind die Herzstücke geschweifst; aufserdem sind von sämtlichen Weichen der Form X (Bayern) die Übergangsstöfse auf die Form IX (Bayern) geschweifst.

VIII. Das Güterzuggleis von Eibach nach Nürnberg Rbf. ist auf der freien Strecke auf eine Länge von 1167 m in Feldern von je 60 m geschweifst. Am Anfang und Ende der Strecke sind Ausdehnungsstöfse der Bauart Hesse, Berlin eingebaut; im übrigen sind für die Stöfse normale Laschen eingebaut.

Das Gleis wurde mit altbrauchbaren Schienen der Form X auf Hartholzschwellen in Schotterbettung umgebaut. Es liegt zum Teil in einer Kurve von 500 m Halbmesser. Beim alten Gleis traten dauernd Spurerweiterungen, Richtungsverschiebungen und Wanderungen auf, so dafs wöchentlich zwei bis dreimal Unterhaltungsarbeiten nötig waren.

IX. In Station Nürnberg Hbf. sind die beiden Maschinengleise auf eine Länge von zusammen 3,354 m in Einzellängen von je 60 m geschweifst. Die Gleise wurden mit altbrauchbaren Schienen der Form X auf Holzschwellen umgebaut und in Schotter verlegt. Sämtliche Stöfse sind normal verlascht, zum Teil mit gewöhnlichen, zum Teil mit umgearbeiteten Auflauf-

*) Seite 477.

laschen; sie sind aufserdem durch Stofsbrücken und Eisenbetonroste verstärkt.

X. Als neuester Versuch wurde je ein 60 m langer Stofs Form IX und X mit **Stumpfschweifsung** und Laschen ausgeführt. Diese Schweifsung unterscheidet sich von dem bisher angewendeten sogenannten kombinierten Verfahren dadurch, dafs auch in Fufs und Steg die Schmelzschweifsung entfällt und durch Verwenden eines durch das ganze Schienenprofil reichenden Schweifsbleches die Schweifsung ausschliefslich unter Druck erfolgt. Die nötige Schweifstemperatur wird durch Verwendung einer entsprechend gröfseren Thermitmenge erreicht, wobei das ganze bei der Reaktion freiwerdende Eisen sich ausscheidet; um die Schweifsstelle legt sich eine feine Schlackenschicht

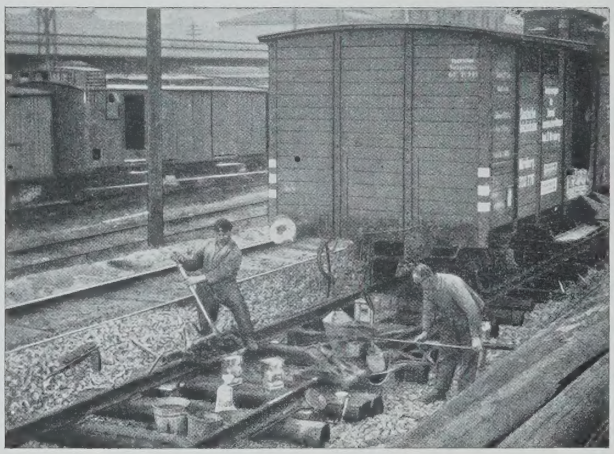


Abb. 1. Schweifswagen.

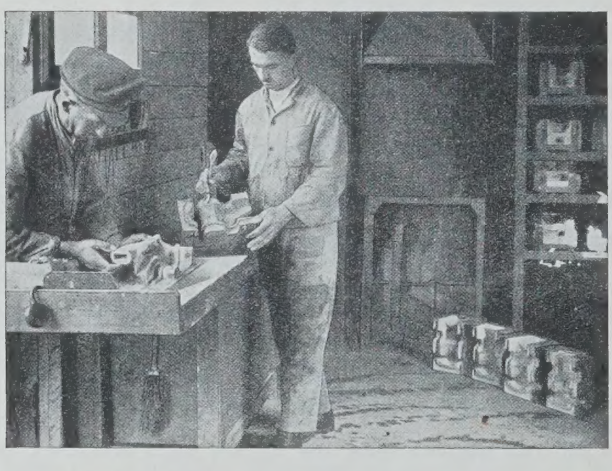


Abb. 2. Die Former während der Arbeit im Innern des Wagens.

und das Thermiteisen kann nach Abnehmen der Schweifsform leicht entfernt werden.

Bei dieser Schweifsung wird der Schienenquerschnitt nicht verstärkt, und der Schweifswulst entfällt, so dafs die normalen Laschen als Sicherheitslaschen eingezogen werden können. Über die Erfahrungen kann noch nichts berichtet werden.

Im ganzen sind in Nürnberg Rbf. 6 km und in Nürnberg Hbf. 3,35 km geschweifst und sind 1225 Schweifsungen ausgeführt. Die Arbeiten werden durch angelernte Bahnarbeiter ohne jede fremde Beihilfe durchgeführt. Die gesamten zur Schweifsung benötigten Geräte und Stoffe sind übersichtlich in einem gedeckten Wagen (Schweifswagen) untergebracht (siehe Textabb. 1 u. 2). Dieser Wagen steht in der Regel in der Nähe der Arbeitsstelle; er kann aber auch entfernt werden.

Bisherige Ergebnisse:

Durch die Beobachtung dieser verschiedenen Vers strecken und die angestellten Messungen ergaben sich der Kürze der Zeit schon verschiedene, recht wertvolle stellungen. Auch lassen sich ziemlich sichere Schlüsse zi die für das weitere Vorgehen den Weg weisen.

1. Die betriebssichere Tüchtigkeit des Thermits hat sich auch im zweiten Betriebsjahre voll bewährt. ist weder ein Bruch oder Rifs einer einwandfrei hergeste Schweifsstelle vorgekommen, noch haben sich am Auswalzungen oder Verdrückungen gezeigt; auch kann Verschleifs oder Störungen der stofflichen Zusammenset beobachtet werden. Ich habe ausdrücklich vorausgesetzt, einwandfreie, gewissenhafte Arbeit geleistet werden mufs. halb möchte ich hier auch die beiden Schienenbrüche erwä die bis jetzt bei uns in einer Schweifsstrecke vorkamen.

In dem einen Falle erfolgte der Bruch 5 cm von Schweifsstelle entfernt, war also noch in der Schweifszon ging durch ein Laschenloch. Entdeckt wurde der Bruch Monate nach erfolgter Schweifsung.

Die Bruchstelle wurde nun in der Weise gesichert, die beiden benachbarten Schwellen bis zum Schweifs herangerückt wurden. Sie hatten dann einen Abstand 360 mm. Es zeigte sich weder ein seitliches Ausweichen ein Heben der Schienen, obwohl 19 zum gröfsten Teil schw Güterzüge mit 4/5 gekuppelten Lokomotiven die so ei gesicherte Bruchstelle befuhren.

Der Bruch wurde nachmittags entdeckt und erst nächsten Vormittag durch Einschweifsen eines Ersatzsti in einer Zugspause ausgewechselt; hierfür waren unter rechnung aller Nebenarbeiten zwei Stunden nötig.

Die Untersuchung ergab, dafs es sich um eine Sch der Form IX vom Jahrgang 1898 handelte, die zu $^2/_3$ d den Kopf, $^1/_3$ durch den Fufs und den ganzen Steg in wandfreier Weise einen alten Bruch zeigte. Die Schiene nicht mehr geschweifst werden sollen. Durch Beklopfen einem Hammer hätte der Mangel entdeckt werden kö Das Laschenloch war verrostet; das Thermiteisen hat sich verbunden. Jetzt wird bei allen Schienenformen, bei d das erste Laschenloch in die Schweifszone fällt, versucht, d Einfügung eines Flufseisenkernes in die gründlich gerein Laschenlöcher eine völlige Schmelzschweifsung der Flufse kerne mit dem Schienensteg zu bewirken.

Das Vorkommnis bestätigte die an und für sich s selbstverständliche Tatsache, dafs Laschenlöcher schädlich zeigte aber auch, dafs **Brüche von Schweifsstöfsen nicht fährlicher sind als solche in ungeschweifsten Schienen dafs auch Schweifsstofsbrüche in verhältnismäfsig ku Zeit zu beheben sind.**

In dem zweiten Fall zeigte sich der Schaden in mit altbrauchbaren Schienen der Form X vom Jahre umgebauten Strecke vier Monate nach der Inbetriebnahm beim Umbau geschweifsten Gleises. Gebrochen waren und Steg; der Schienenkopf war noch vollständig geschw aber vom Thermiteisen des Schweifswulstes berührt. Es t daher ungleiche Zugspannungen auf. Die Ursache kan einem kleinen Modellfehler liegen; das Modell wurde d etwas abgeändert. Da aber mit dem gleichen Modell viele andere Stöfse geschweifst wurden, mufs noch eine an Ursache mitgewirkt haben. Es wurde entweder trotz Sorgfalt doch etwas mehr Thermiteisen gegeben, oder Stofs lag zu lose und kam die Schlagwirkung besonders zur Geltung. Tatsächlich ergab die Untersuchung, dafs betreffende Stofs auffallend schlecht unterhalten war. In b Fällen zeigte sich der Bruch schon bald nach der Inbet nahme.

Bei den Versuchen wurde nur schrittweise sehr lang-
rgegangen und trifft jedenfalls die von Dr. Saller in
eistechnik 1925, Heft 21, Seite 368 bei seinen Aus-
gen über Schienenschweifsungen geäufserte Bemerkung
tlich eines allzu stürmischen Vorgehens auf die Nürnberger
ie nicht zu. Bei diesen wurde leider auch in über-
ı, nur in Kies- und Sandbettung liegenden Gleisen mit
nteils nur genagelten Schienen begonnen. Die Schienen
rm IX stammten aus dem Jahre 1891; die Stöfse waren
hren. Diese wurden deshalb beim Schweifsen überhöht
ann durch Abhobeln mit Hand eine obere Kopffläche
ellen versucht. Die genaue Durchführung wurde nicht
prüft. Die ersten Schweifsstöfse dürfen deshalb jetzt
mit Präzisionslinealen nachgeprüft werden und Ab-
ngen von Zehntel Millimetern dürfen nicht der Schweifsung
cher angelastet werden, sondern nur der Ausführung,
noch keinerlei Erfahrungen vorlagen.

uch die Ausführungen von Dr. Saller in dem Vortrage
bau und Bahnunterhaltung in neuzeitlicher Form« (ab-
kt in Nr. 9, 1927 des amtlichen Nachrichtenblattes »Die
bahn«) sind nicht zutreffend und beruhen anscheinend
nem Mifsverständnis. Dr. Saller schreibt:

»Neuerdings habe ich von Nürnberg eine Nachricht,
ach sich beginnende Ausbauchungen, die mindestens als
eichen von grofsen Überbeanspruchungen der Schienen
efafst werden müssen, zeigen. Ich mufs gestehen, dafs
diese Nachricht, so betrübend sie an sich ist, mit einer
issen wissenschaftlichen Erleichterung empfunden habe.
s schliefslich so etwas kommen mufste, ist ja wohl zu
arten. Naturgesetze lassen sich nur in gewissen Grenzen
achlässigen.

Und wie war der wirkliche Sachverhalt?
n der ersten Versuchsstrecke (I) bauchte sich an sehr
Tagen **eine** Schiene Form IX an **einer** Stelle um
5 mm aus. Die Ausbauchung erfolgte nicht an einer
fsstelle, sondern 90 cm von einem Schweifsstofs entfernt,
so mit dem Vorgang des Schweifsens bestimmt gar nichts
, sondern läfst nur darauf schliefsen, dafs die Schiene
iner früheren Entgleisung her oder durch Abwerfen
chwache Knickstelle hat, die schon bei geringen Druck-
ngen ausbiegt. Diese elastischen in Spurerweiterung
eigenden Ausbiegungen werden durch die ungenügende
g der Schwellenschrauben in den ausgeweiteten Bohr-
n der überalteten Föhrenschwellen begünstigt. Die Schwellen-
urde durch den Vorgang nicht beeinflufst, es handelt sich
ch um keine **Gleis**ausbauchung. Die Schiene liegt noch
unverändert im Gleise.

Weil aber Dr. Saller hier eine wichtige Frage an-
itten hat, möchte ich die Sache nicht mit dieser Fest-
g abtun, sondern doch noch näher darauf eingehen.
ie Äufserung Dr. Sallers ist doch wohl dahin auf-
n, dafs die in Nürnberg ausgeführten Gleisschweifsungen
völliger Vernachlässigung von Naturgesetzen vorgenommen
nd die eingetretenen Gleisausbauchungen (tatsächlich
t es sich aber nur um einen Fall) unausbleiblich und
zusehen waren. Nach dem ganzen Inhalt der Darlegungen
Schienenschweifsungen kann man nur annehmen, dafs
aller die Vernachlässigung der Naturgesetze darin er-
dafs der Schiene in der geschweifsten Strecke nicht
ge Ausdehnungsmöglichkeit gegeben ist, welche nach
be der Gesetze über Temperaturausdehnung gefordert
n mufs. Der Ausführung und Auffassung mufs wider-
en werden. Es kann keine Rede davon sein, dafs
gesetze vernachlässigt werden, wenn man Schienen mit
er Stofsfuge verlegt, dafs sie den Gesetzen der Wärme-
nung allein folgend, sich nicht entsprechend ausdehnen
n. Wird die Ausdehnung einer Schiene, sei es, dafs sie sich durch Temperatureinwirkung verlängern oder verkürzen will, gewaltsam an ihrer Längenänderung gehindert, so treten Druck- oder Zugspannungen ein, die so grofs sind, dafs die dadurch bewirkte elastische Zusammendrückung oder Ausdehnung genau gleich der durch die Temperaturänderung bedingten Verlängerung oder Verkürzung der Schiene ist. Diese Vorgänge vollziehen sich durchaus nach bekannten Naturgesetzen, denn die elastische Längenänderung unter Einwirkung von Kräften ist ebenso gut ein Naturgesetz, wie die Verlängerung oder Verkürzung unter Einwirkung wechselnder Temperaturen. Die Berechnung der achsialen Kräfte, die unter den oben vorausgesetzten Verhältnissen im Schienengestänge auftreten, läfst sich daher auch ohne weiteres vornehmen. Aber es mufs dabei vorausgesetzt werden, dafs die Schienen, soweit sie unter Druckkräften stehen, durch geeignete Mittel am seitlichen Ausweichen, also an einer Ausbauchung oder an einer Gleisverwerfung verhindert werden. Das geschieht im Gleisbau durch Befestigung der Schienen auf den Schwellen und durch die Einlagerung der Schwellen in den Bettungskörper. Es ist ohne weiteres klar, dafs diese Befestigungsmittel irgend eine geringste Widerstandskraft leisten müssen, um diese Aufgabe des Geradehaltens der Schienen auch wirklich zu erfüllen, und hier klafft allerdings eine Lücke in unserer theoretischen Erkenntnis des Kräftespieles im Gleis. Diese notwendigen Widerstandskräfte in der Querrichtung zum Gleis lassen sich nicht errechnen und es mufs die praktische Erfahrung und weitere Versuche uns erst lehren, wie die Schienenbefestigung und die Schwellenlagerung beschaffen sein mufs, um die Schienen so fest einzuspannen, dafs ein seitliches Ausweichen nicht eintreten kann.

Abb. 3.
Schienenthermometer.

3. Die **Stofslücken** wurden früher in der Weise geregelt, dafs bei + 10° C sowohl bei den gewöhnlichen Laschenstöfsen, als auch bei den Ausziehstöfsen die Hälfte der möglichen Ausziehlänge eingestellt wurde. Dieser Grundsatz wurde wenigstens bei Altschienen verlassen und + 20° C als Mitteltemperatur bestimmt. Dadurch wurde die Grenze der Druckspannungen herab und jene für die Zugspannungen hinaufgesetzt, weil angenommen wurde, dafs die Laschenbolzen gröfsere Zugspannungen aufnehmen können.

Eine Reihe von Messungen zeigte, dafs sich die Schienen langsamer erwärmen und auch wieder langsamer abkühlen als die Luft, sowie, dafs sich bei Sonnenbestrahlung die Wärme in der Schiene höher einstellt als in der Luft. Deshalb wird jetzt den Ausdehnungsberechnungen eine höchste **Schienentemperatur** von + 55° C (statt bisher + 40° Lufttemperatur) zugrunde gelegt. Die untere Grenze mit — 20° C wird beibehalten.

Für die Messung der Schienentemperatur werden besondere Thermometer verwendet, von denen sich das in Textabb. 3 dargestellte am besten bewährte. Bei diesem ist der Quecksilberbehälter der Glasröhre bis auf 25 mm im Durchmesser verflacht, so dafs eine möglichst grofse Berührung zwischen der Schiene und dem Thermometer vorhanden ist und gleichzeitig eine gröfsere Standsicherheit erreicht wird. Gegen Umkippen wird das Instrument aufserdem durch einen durchlochten Lederstreifen festgehalten, der beiderseits mit einem Eisenkern beschwert ist. Die Lederhülle schützt zugleich das Quecksilber vor der unmittelbaren Sonnenbestrahlung.

4. Über die wirtschaftlichen Erfolge können erschöpfende Angaben erst nach mehreren Beobachtungsjahren gemacht werden. Immerhin kann schon jetzt gesagt werden, dafs sich die erste Versuchsstrecke (I) sehr gut gehalten hat, dafs **Unterhaltungsarbeiten** in ihr **bis jetzt überhaupt nicht anfielen.**

Die in den **Ablaufgleisen und Andruckgleisen vorgenommenen Schweifsungen haben sich besonders gut bewährt und den Ablaufbetrieb ganz wesentlich beschleunigt. Durch den Entfall der Stöfse ist der Laufwiderstand vermindert; die Wagen laufen ruhig und flott ab.**

Ebenso günstig sind die Ergebnisse in dem Einfahrgleis 3 (Versuchsstrecke II) und ganz auffallend in dem Güterzuggleis Eibach—Nürnberg Rbf. (Versuchsstrecke VIII). Dieses Gleis erforderte früher beinahe ständige Unterhaltungsarbeiten. Seit es umgebaut und verschweifst ist, brauchte keine Tagschicht mehr aufgewandt werden.

Die **geschweifsten Herzstücke befahren sich ruhig; die ständige Bewegung der Spitzen und damit eine Entgleisungsgefahr ist beseitigt,** der Stoffverschleifs hat sich abgemindert und dadurch die Lebensdauer der Herzstücke erhöht.

Ein Vergleich der Versuchsstrecke I (2. Verbindungsgleis) mit dem gleichalten nicht verschweifsten Nachbargleis (1. Verbindungsgleis) ergibt, dafs das Gleis 1 in etwa zwei Jahren umgebaut werden mufs, während das Gleis 2 noch acht bis zehn Jahre liegen kann. Der Nutzen der Schweifsung ist hier ganz augenfällig.

5. Bei der Fahrt auf einer Schweifsstrecke, in der eine grofse Zahl Stöfse entfallen ist, **treten die Schläge und störenden Geräusche zurück.** es werden nur das Geräusch des fahrenden Zuges und die Schläge von Schleifstellen der Räder gehört. **Unrunde Räder können daher sehr leicht herausgefunden werden.**

6. In den **Gleisen der Richtungsharfe springen die Radschuhe an den unebenen und losen Schienenstöfsen leicht ab;** es erfolgen starke Aufstöfse (auch Entgleisungen) und Beschädigungen der Fahrzeuge und des Gutes. **Durch das Schweifsen der Auffängerstrecken wird dies vermieden.** Das Personal arbeitet in den Schweifsstrecken sicherer und ruhiger.

7. Die **Längen der Schweifsfelder** wurden zur Gewinnung von Unterlagen recht verschieden genommen. Am häufigsten kommt die kleinste gebrauchte Länge, nämlich 60 m vor; es wurde aber auch bis 320 m hinaufgegangen. Über die dabei gewonnenen Erfahrungen wird unter Ziffer 11 das Nähere ausgeführt. Hier wird nur allgemein bemerkt, dafs sich die **längeren Schienen besser den Kurven anschmiegen und besser liegen bleiben, als die kürzeren.** Eine Laschenverbindung gibt immer eine Unterbrechung der Kurve — eine Knickstelle.

8. Im allgemeinen wurde mit gewöhnlichen Laschenstöfsen auszukommen versucht, diese wurden aber durch Stofsbrücken verstärkt; dann wurden vielfach etwas abgeänderte Auflauflaschen verwendet, die sich in dieser Zusammensetzung besser bewährten als im gewöhnlichen, unverstärkten Stofse.

Da nicht bestimmt vorausgesehen werden konnte, nach welcher Richtung sich die Schienenschweifsung bewegt und tunlichst viel Erfahrungen gesammelt werden wollen, wurden auch mit **Ausziehstöfsen Versuche** gemacht.

Wir haben in recht behelfsmäfsiger Weise mit Erweiterung der Laschenlöcher begonnen und sind dann nach verschiedenen Versuchen zu dem in Textabb. 4 dargestellten Stofs gekommen. Die Ausführungskosten betragen für das Paar ohne Fracht ℳ 320.—.

Daneben haben wir noch Ausziehstöfse der Bauart Hesse, Berlin (Textabb. 5) eingebaut. Die Beschaffungskosten dieses Stofses betragen ohne Fracht ℳ 390.—.

Die sämtlichen zur Verwendung gebrachten Ausziehstöfse wurden mit einer Ausziehmöglichkeit von 50 mm gebaut. Ich hätte keine Bedenken ohne Anwendung von Radlenker bis 70 mm zu gehen.

Die beiden Ausführungen nach Textabb. 4 und 5 sich bis jetzt gleich gut bewährt.

9. In der Versuchsstrecke I (Verbindungsgleis 2 S Nürnberg Rbf.) werden seit Anfang Dezember 1925 wöch genaue Messungen vorgenommen. Das Ergebnis der Beweg ist in Taf. 28 aufgetragen. Daraus sieht man, dafs am A wo längere Schienen liegen und diese aufserdem versc

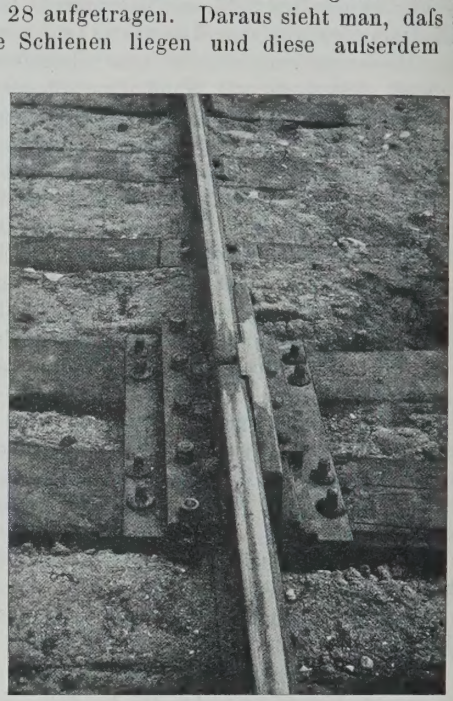


Abb. 4. Ausziehstofs mit beiderseits beweglichen Schiene

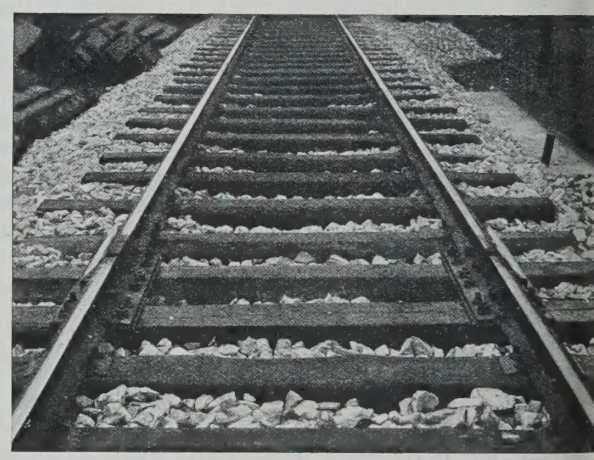
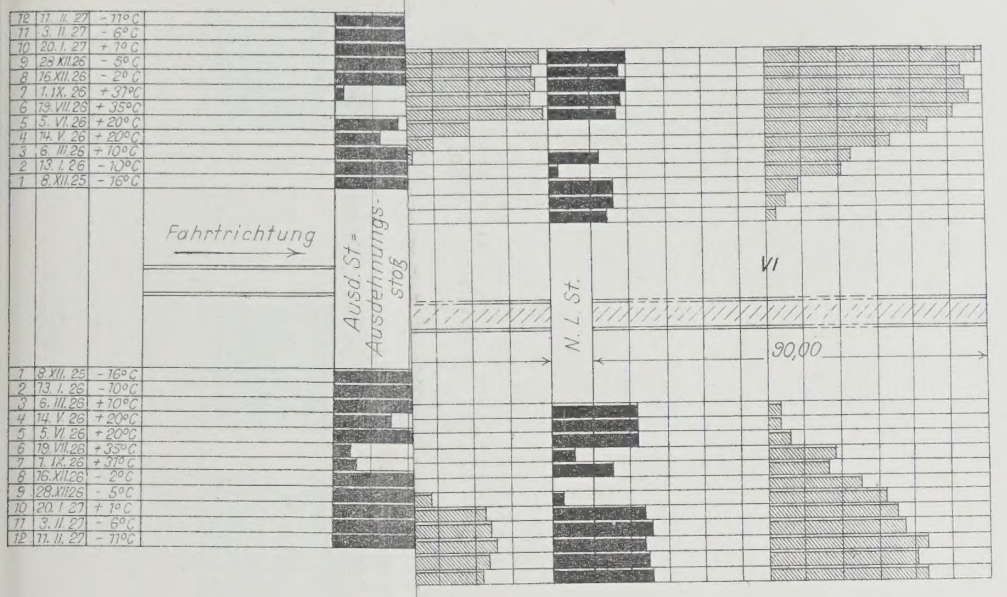
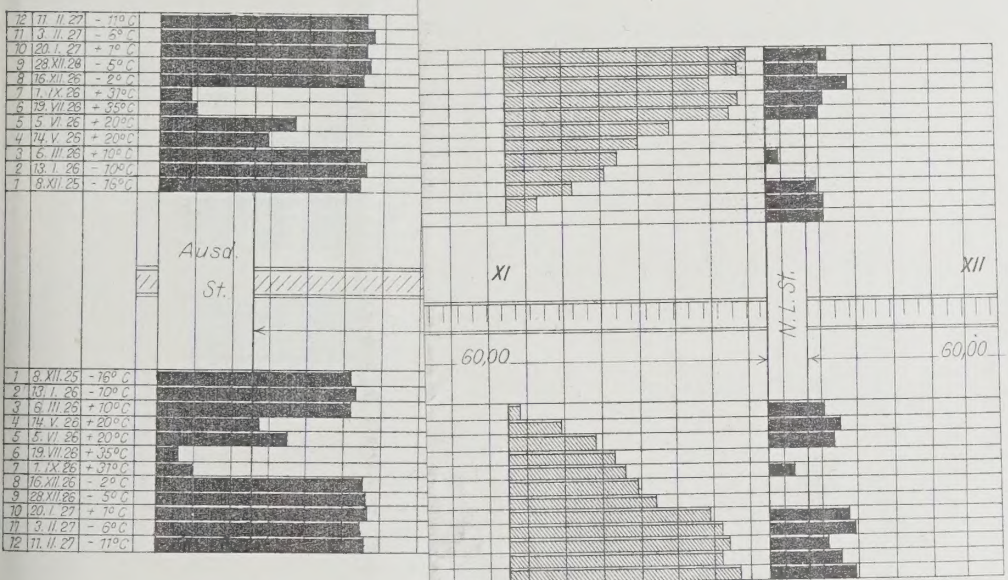


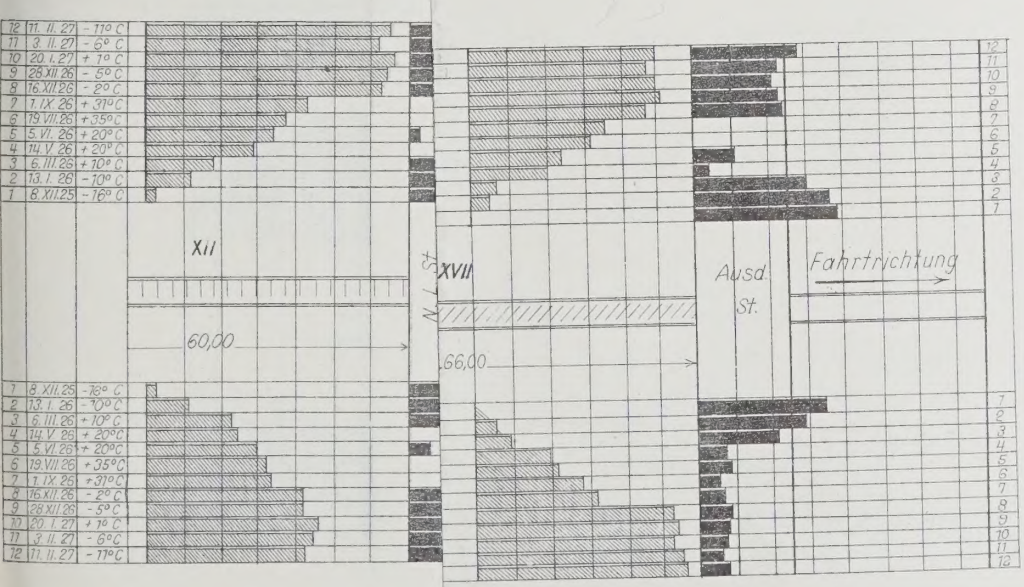
Abb. 5. Ausziehstofs Bauart Hefse (eine Schiene ist mit der I fest verbunden).

sind, die Bewegungen am kleinsten, dafs diese aber i Mitte in dem nur genagelten Gleis mit kürzeren Schiene gröfsten sind. Gegen das Ende werden in dem dort v geschraubten Gleis bei auch nur 60 m langen Schiene Bewegungen wieder kleiner.

Die gröfste Wanderung ist 74 mm; in der Vergleichsst wurde in der gleichen Zeit eine Wanderung bis zu 16 gemessen. Die Strecke hat erfüllt, was von ihr der g Bauart nach höchstens verlangt werden konnte. Jetzt ist die Wanderung bereits soweit fortgeschritten, dafs der Abs als Versuchsstrecke sehr an Bedeutung verliert.







h. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

Zum Aufsatz: Das zweite Betriebsjahr der Schienenschweißungen im Bezirk der Reichsbahndirektion Nürnberg.

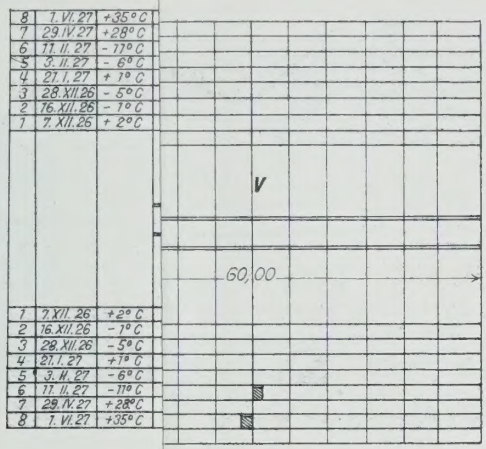
Ausdehnung der Stoßlücken =
Wanderung in der Schienenmitte =
genagelte Strecke =
geschraubte Strecke =

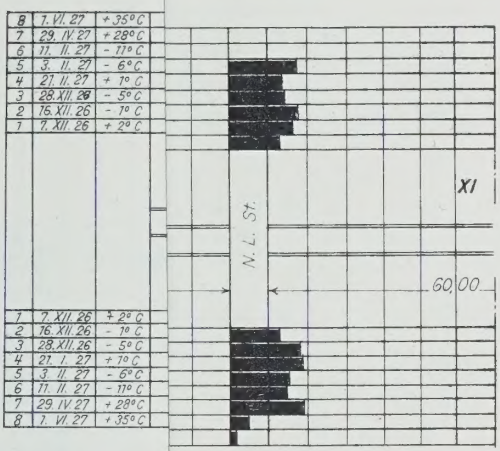
Versuchsstrecke: Verbindungsgleis 2 Stein- Nürnberg Rbf.

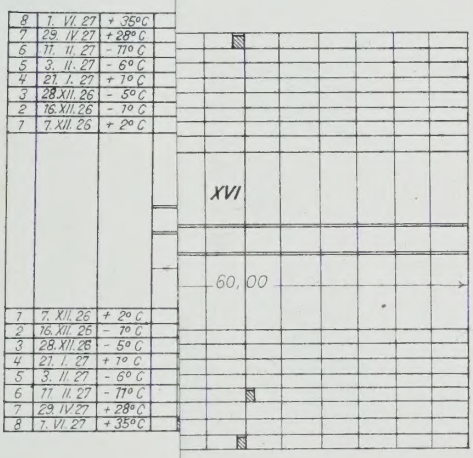
Maßstab der Schienenbewegung 1 : 4.

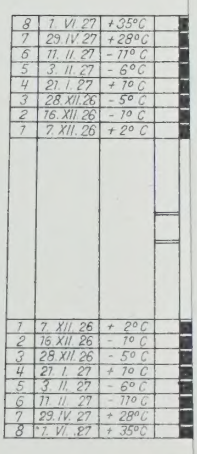
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München







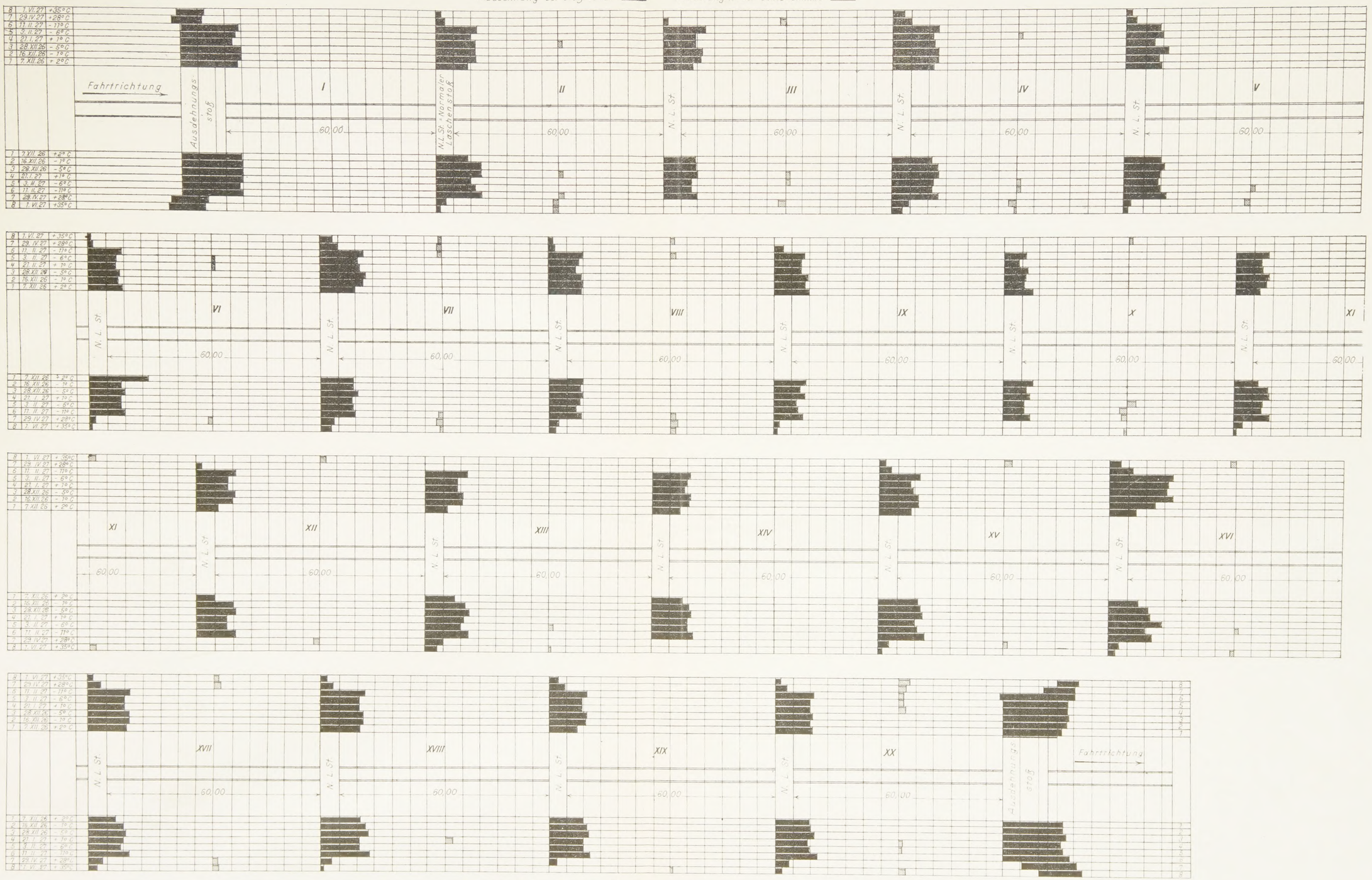


. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

Zum Aufsatz: Das zweite Betriebsjahr der Schienenschweißungen im Bezirk der Reichsbahndirektion Nürnberg.

Ausdehnung der Stoßlücken = Wanderung in der Schienenmitte =



Versuchsstrecke: Verbindungsgleis 3 Eibach – Nürnberg Rbf.

Maßstab der Schienenbewegung 1 : 4.

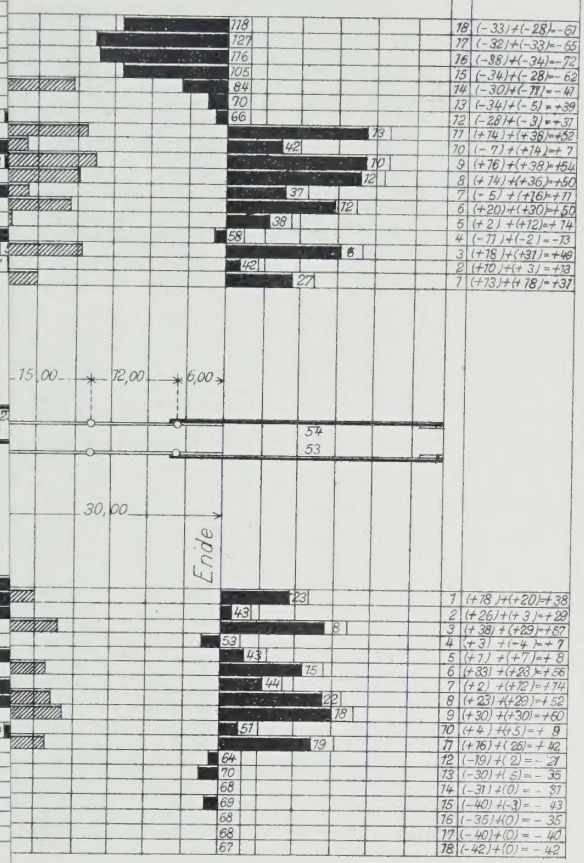
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

...n für die Fortschritte des Eisenbahnwe...

Messung	Tag der Messung	Wärme in Celsius: der Luft bei der Messung	der Schiene bei der Messung	der Luft 3-4 Std. vor der Messung	Gleis frei seit
78	18. 2.27	0°C	0°C	0°C	25'
77	9. 2.27	− 5°	− 9°	−5½°	25'
76	7. 2.27	+ 3°	− 1½°	+2½°	1 Std.
75	28.12.26	− 2°	−	− 4°	½ Std.
74	7.12.26	0°	0°	+ 2°	½ Std.
73	21.10.26	+ 7°	+½°	+ 2°	1 Std.
72	5.10.26	+12°	+11°	+10°	1 Std.
71	17. 9.26	+29°	+35½°	+26½°	3½ Std.
70	8. 9.26	+20°	+27°	+21°	frei
69	3. 9.26	+31½°	+41½°	+37°	5½ Std.
68	31. 8.26	+30°	+39°	+31°	3 Std.
67	28. 8.26	+22°	+27°	+21°	2½ Std.
66	16. 8.26	+29½°	+38°	+31°	10'
65	3. 8.26	+20°	−	+18°	frei
64	27. 7.26	+13°	+12°	+13°	10'
63	19. 7.26	+34½°	+40½°	+36°	50'
62	18. 7.26	+36°	+52°	+36°	belegt
61	13. 7.26	+29°	−	+27°	−
–	6. 7.26	+23½°	−	+14°	−
61	13. 7.26	+29°	−	+27°	−
62	18. 7.26	+36°	+52°	+36°	belegt
63	19. 7.26	+34½°	+40½°	+36°	50'
64	27. 7.26	+13°	+12°	+13°	10'
65	3. 8.26	+20°	−	+18°	frei
66	16. 8.26	+29½°	+38°	+31°	10'
67	28. 8.26	+22°	+27°	+21°	2½ Std.
68	31. 8.26	+31°	+39°	+31°	3 Std.
69	3. 9.26	+31½°	+41½°	+37°	5½ Std.
70	8. 9.26	+20°	+27°	+21°	frei
71	17. 9.26	+24°	+35½°	+26½°	3½ Std.
72	5.10.26	+12	+11°	+10°	1 Std.
73	21.10.26	+7°	+½°	+2°	1 Std.
74	7.12.26	0°	0°	+ 2°	½ Std.
75	28.12.26	−2°	−	− 4°	½ Std.
76	7. 2.27	+3°	− 1½°	+2½°	1 Std.
77	9. 2.27	− 5°	− 9°	−5½°	25'
78	18. 2.27	0°C	0°C	0°C	25'

Messung	Längenänderung in mm.
18	(−33)+(−28)=−61
17	(−32)+(−33)=−65
16	(−38)+(−34)=−72
15	(−34)+(−28)=−62
14	(−30)+(−11)=−41
13	(−34)+(−5)=+39
12	(−28)+(−3)=+31
11	(+14)+(+38)=+52
10	(−7)+(+14)=+7
9	(+76)+(+38)=+54
8	(+14)+(+36)=+50
7	(−5)+(+16)=+11
6	(+20)+(+30)=+50
5	(+2)+(+12)=+14
4	(−11)+(−2)=−13
3	(+18)+(+31)=+49
2	(+10)+(+3)=+13
1	(+13)+(+18)=+31
1	(+18)+(+20)=+38
2	(+26)+(+3)=+29
3	(+38)+(+29)=+67
4	(+3)+(−4)=+7
5	(+7)+(+1)=+8
6	(+33)+(+23)=+56
7	(+2)+(+12)=+14
8	(+23)+(+29)=+52
9	(+30)+(+30)=+60
10	(+4)+(+5)=+9
11	(+16)+(+26)=+42
12	(−19)+(−2)=−21
13	(−30)+(−5)=−35
14	(−31)+(0)=−31
15	(−40)+(−3)=−43
16	(−35)+(0)=−35
17	(−40)+(0)=−40
18	(−42)+(0)=−42



...th. Anst. v. F. Wirtz; Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

Zum Aufsatz: Das zweite Betriebsjahr der Schienenschweißungen im Bezirk der Reichsbahndirektion Nürnberg.

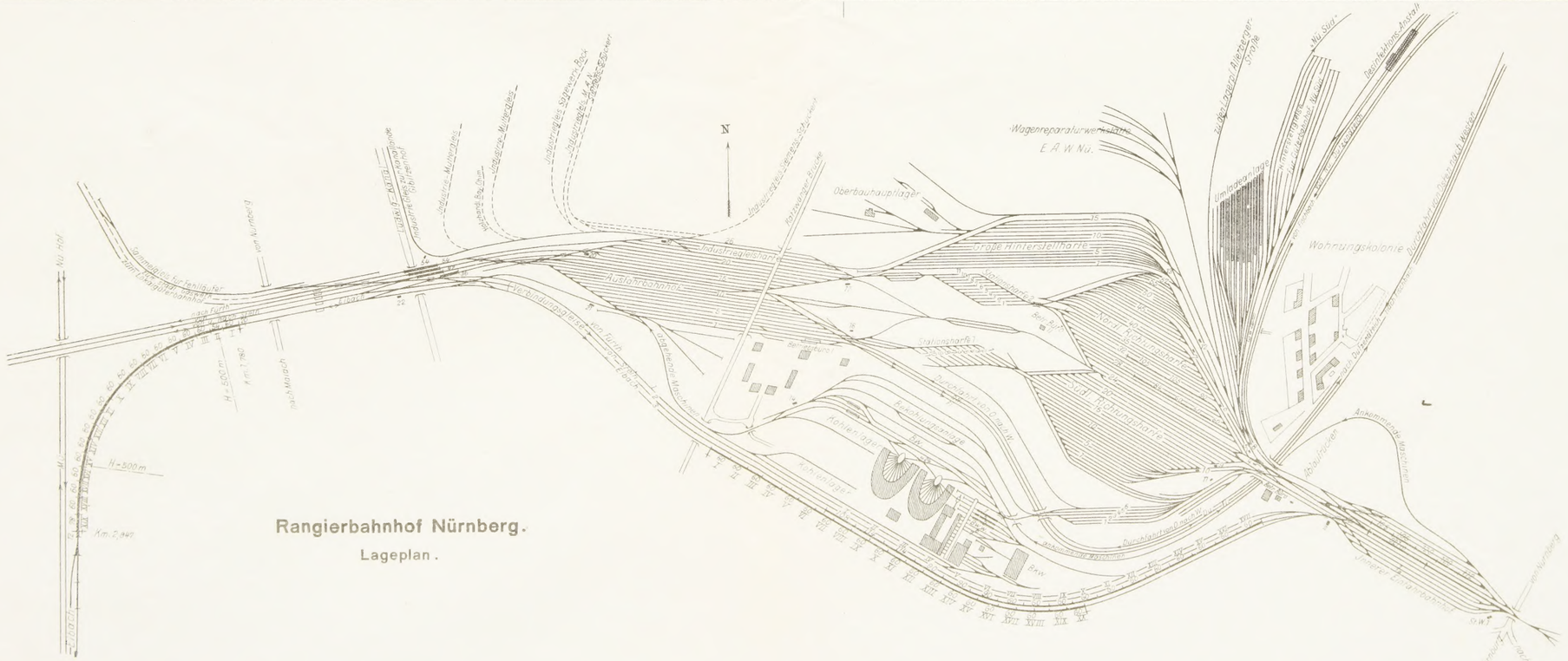
321m lange Schiene im Gleis 5 des Einfahrbahnhofes Nürnberg Rbf.

Maßstab der Schienenbewegung 1 : 4.

Ausdehnung der Stoßlücken — Wanderung in den Schienenabteilungen

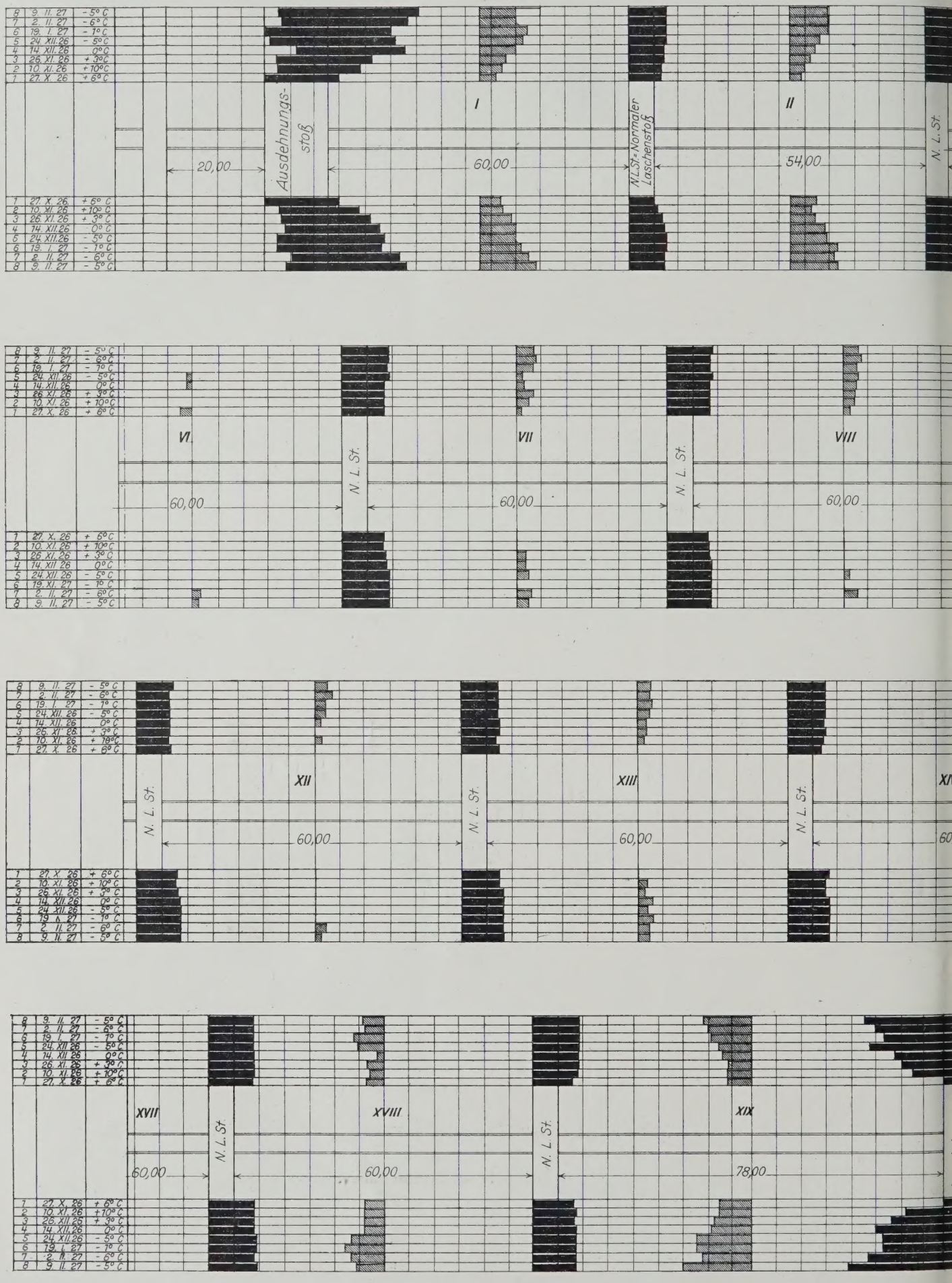
Messung	Tag der Messung	Wärme in Celsius: der Luft bei beider Messung	der Schiene bei beider Messung	der Schiene 3-4 Std vor der Messung	Gleis frei seit
18	18. 2.27	0°C	0°C	0°C	25'
17	9.2.27	– 5°	– 9°	– 5½°	25'
16	1.2.27	+ 3°	– 1½°	+ 2½°	1Std
15	28.12.26	– 2°	–	– 4°	½Std
14	7.12.26	0°	0°	+ 2°	½Std
13	21.10.26	+ 7°	+ 7°	+ 9°	1Std
12	5.10.26	+ 12°	+ 11°	+ 10°	1Std
11	17. 9.26	+ 23°	+ 38½°	+ 26°	3½Std
10	8. 9.26	+ 20°	+ 21°	+ 21°	frei
9	3. 9.26	+ 31°	+ 41½°	+ 37°	5½Std
8	21. 8.26	+ 30°	+ 39°	+ 37°	3Std
7	28. 8.26	+ 25°	+ 27°	+ 27°	2½Std
6	16. 8.26	+ 28°	+ 38	+ 31°	70'
5	3. 8.26	+ 20°	–	+ 18°	frei
4	27. 7.26	+ 13°	+ 15°	+ 13°	70'
3	12. 7.26	+ 26°	+ 40½°	+ 36°	50'
2	18. 7.26	+ 36°	+ 52°	+ 36°	belegt
1	13. 7.26	+ 29°	–	+ 27°	–

Messung	Längenänderung in mm
18	(– 33) + (– 28) = – 61
17	(– 32) + (– 33) = – 65
16	(– 38) + (– 34) = – 72
15	(– 34) + (– 28) = – 62
14	(– 30) + (– 71) = – 101
13	(– 36) + (– 51) = – 87
12	(– 28) + (– 3) = – 31
11	(+ 14) + (+ 36) = + 50
10	(– 7) + (+ 14) = + 7
9	(+ 76) + (+ 98) = + 174
8	(+ 76) + (+ 36) = + 112
7	(– 5) + (+ 16) = + 11
6	(+ 20) + (+ 30) = + 50
5	(+ 2) + (+ 12) = + 14
4	(– 7) + (– 2) = – 13
3	(+ 15) + (+ 31) = + 46
2	(+ 10) + (+ 3) = + 13
1	(+ 13) + (+ 18) = + 31


N
Nü. Hof
Sammelgleis für Fahrbetriebsmittel
zum Rangierbahnhof
von Fürth
von Nürnberg
Industriegleis Nord
Industriegleis Mitte
Industriegleis Süd
Industriegleis Ost
Industriegleis M.A.N.
Industriegleis Siemens-Schuckert
Industriegleis Siemens-Schuckert
Industriegleis Siemens-Schuckert

Zum Aufsatz: Das zweite Betriebsjahr der Schiene

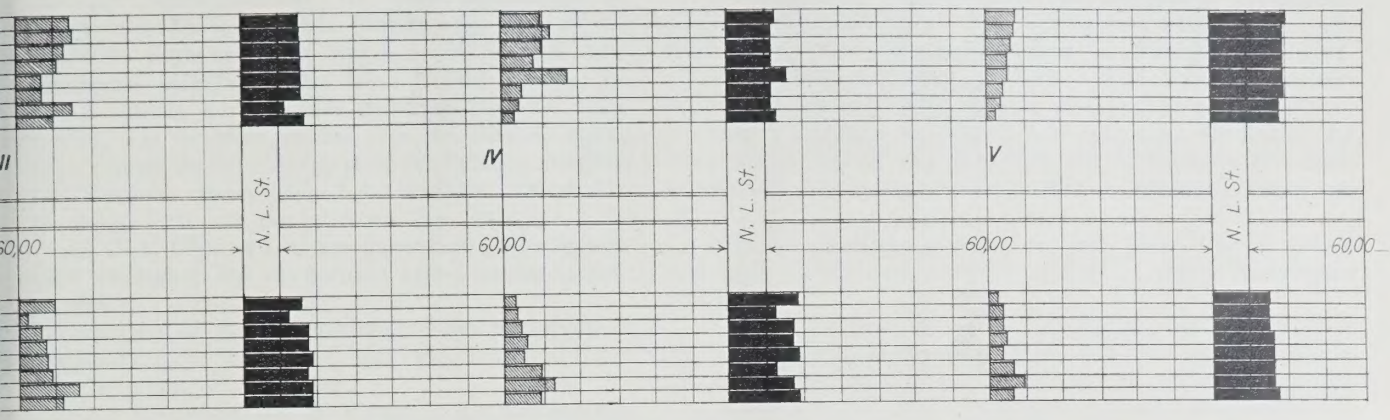
Ausdehnung der Stoßlüc

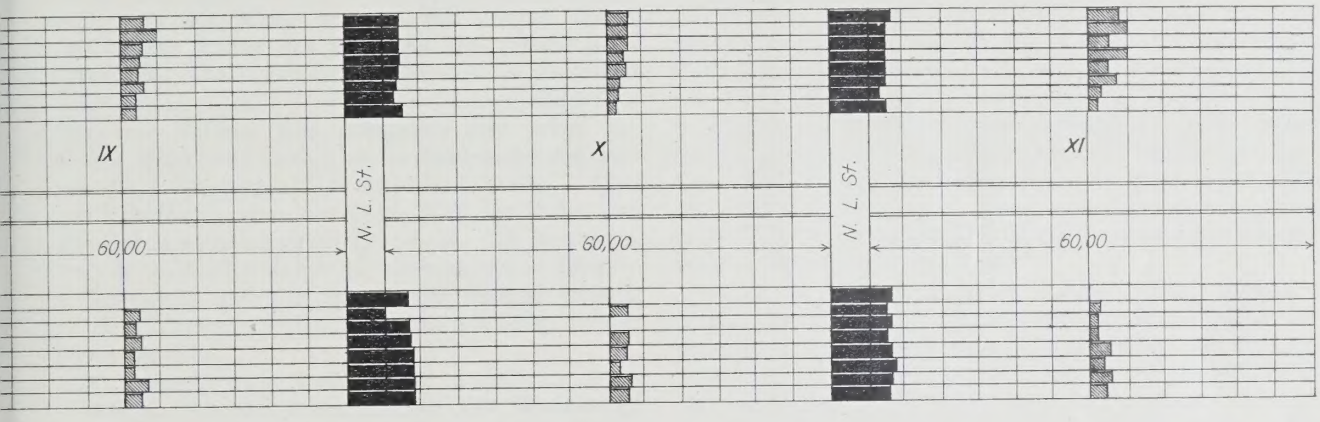


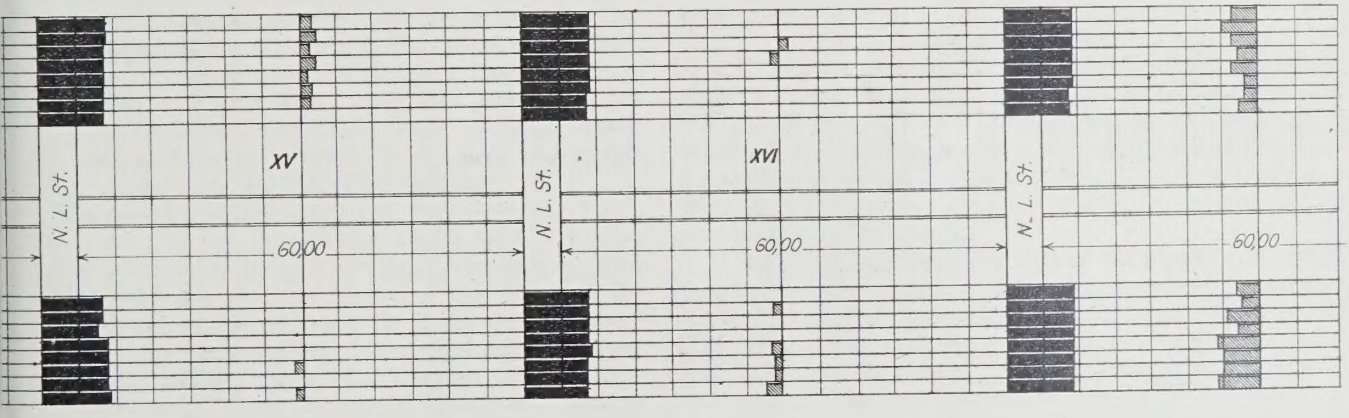
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

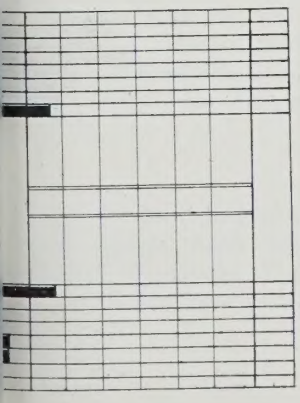
gen im Bezirk der Reichsbahndirektion Nürnberg.

derung in der Schienenmitte =









Versuchsstrecke:

Güterzugsgleis Eibach - Nürnberg Rbf. km 1,780 - 2,947.

Maßstab der Schienenbewegung 1 : 4.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

n der Versuchsstrecke I betrug die gröfste Ausdehnung
; an den Stofslücken trat bei 30 bis 35 ° C Pressung ein.
0. In der Versuchsstrecke III (Verbindungsgleis 3,
9) zeigte sich bis jetzt **keine Wanderung.** Um dieses
ge Ergebnis noch besser zu zeigen, wurden noch zwei
e Messungen beigefügt. Das Gleis 3 wird ebenso wie
1 und 2 ständig nur in einer Richtung befahren, aber
erwendung von Schotter, in den sich die Eisenschwellen
nkrallen können und die Verstärkung der Reibung zwischen
ie und Schwelle durch Pappelholzunterlagen geben dem
einen festen Halt. In der gleichen Zeit ist Gleis 2 bis
mm und Gleis 1 bis zu 160 mm gewandert. Das letztere
, wie auch früher alle ein bis zwei Jahre, bereits zurück-
en werden.

Das Einschottern des Schienengestänges (siehe auch Ziffer II)
as Ergebnis nicht verbessert und war zwecklos. Der
er war in ständiger Bewegung.

11. Von der Versuchsstrecke III wurde nur der **321 m lange**
g beobachtet. Dieser ist in der Mitte an zehn Schwellen
beiden Seiten durch Stützklemmen gesichert, im übrigen
bt er frei. Die Beobachtung der Messungsergebnisse auf
30 zeigt, dafs **die Mitte beinahe fest liegen bleibt**
dafs die beiden Enden der Schienen die gröfste Aus-
ang aufweisen. Die Stofslücken haben sich bis jetzt noch
öllig geschlossen, so dafs die volle Ausdehnung ohne jede
spannung zur Geltung kam. Dagegen sind schon bei
° C auf der einen Seite derart grofse Zugspannungen auf-
ten, dafs die Laschenschrauben abgeschert wurden. Dies
rauf zurückzuführen, dafs die Einstellung der Fugen der
ehnungsstöfse nicht richtig getroffen wurde. Die Bewegung
e aber auch begünstigt durch die ungenügende Schienen-
tigung (Nagelung) und die mangelhafte Bettung (Sand).
werden die Holzschwellen durch eiserne Schwellen ersetzt
in Schotter gebettet.

Aus den Beobachtungen unter Ziffer 9 und 11 kann
lossen werden, dafs **bei Langschienen die Wanderung**
ger ist und dafs sie auch ganz aufgehoben werden kann.

12. In der Versuchsstrecke VIII (Güterzuggleis Eibach—
berg Rbf., eingleisige Bahn) wandert das Gleis von der
ahrweiche in Eibach an gesehen zunächst bis etwa Kurven-
g in der Richtung nach Nürnberg Rbf. bleibt dann stehen
ändert hierauf die Bewegungsrichtung. **Das Gleis** liegt
einem Damm und kann sich **völlig frei bewegen.** Die
Taf. 31 dargestellten Ergebnisse sind bis jetzt aufser-
ntlich günstig (siehe auch Ziffer 4); die Lage der ganzen
cke, namentlich auch die Kurve ist tadellos.

Die Wanderbewegungen (das Höchstmafs beträgt 13 mm)
ähnlich wie bei der Versuchsstrecke III in den inneren
en nicht nennenswert (nur ist die Mitte verschoben); nach
beiden Enden zu sind sie gröfser. Die geringen Be-
ngen der Schienen können auch durch das Einpressen des
ses in die neu aufgebrachte Schotterbettung entstanden
; für diese Annahme spricht der Umstand, dafs in dem
enstück der stärker belastete innere Strang eine gröfsere
egung zeigt als der weniger belastete äufsere Strang. **Es**
hält sich also hier die ganze Strecke ähnlich wie die
m lange Schiene im Einfahrbahnhof. Dieses gute Ergebnis
darauf zurückzuführen, dafs in diesem neu verlegten Gleis
Verspannung zwischen Schwelle und Schienenfufs sehr gut
nd auch die Schotterbettung einen entsprechenden Reibungs-
erstand bietet. Es darf angenommen werden, dafs auch
bei einer noch wesentlich gröfseren Länge ein gleich gutes Ergebnis erzielt würde.

13. Ein sehr wichtiges, für die allgemeine Einführung reifes Anwendungsgebiet der Schienenschweifsung ist die **Schweifsung von Übergangsstöfsen zu Übergangsschienen.**

Ein Übergangslaschenstofs Form X/S 49 kostet einschliefslich der hölzernen Doppelschwelle, der Platten usw. ℳ 90.—.

Ein Übergangsschienenstofs 6 m lang ohne die Kosten für die Schiene, jedoch einschliefslich des Mehrwertes derselben, kommt auf ℳ 234.— zu stehen. Ein Schweifsstofs kostet nur ℳ 55.—.

Die Übergangslaschen X/S 49 sind recht kräftig gebaut und doch sind einige derselben schon im ersten Betriebsjahr gebrochen.

Bei den seit zwei Jahren im bayerischen Netz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft eingeführten Übergangsschienen Bauart Wagner, bei denen an beiden Enden die normalen Laschenkammern nach dem Abnutzungsgrad der anstofsenden Schienenform so eingefräst werden, dafs die Fahrfläche und Fahrkante der zusammengelaschten Schienen bündig verlaufen, liegt ein neues 6 m langes Stück in der Strecke; es ist also ohne Not ein weiterer Stofs eingeschaltet; die Kosten sind unverhältnismäfsig hoch; sie werden aber noch ganz erheblich gesteigert, wenn eine Übergangsschiene in eine Kurve zu liegen kommt. Die starre Blockschiene bleibt hier nicht ruhig liegen und es sind in sehr kurzen Zwischenräumen Nacharbeiten nötig. Man mufs deshalb vermeiden, Übergangsschienen in Kurven zu legen oder man mufs sie gekurvt anfertigen. Alle diese Schwierigkeiten und Mehrkosten können durch die Schweifsung vermieden werden. **Die Wirtschaftlichkeit der geschweifsten Übergangsschiene steht aufser Zweifel.**

14. Es wäre auch recht lehrreich, durch **Ablauf- und Abstofsversuche** in geschweifsten und ungeschweifsten Strecken **den Wert der Schweifsung zahlenmäfsig** nachzuweisen; es ist aber äufserst schwierig, die Versuche auf die gleiche Grundlage zu stellen; auch würde nur eine gröfsere Versuchsreihe zum Ziele führen; der Kosten halber wurde davon abgesehen. Immerhin haben schon zwei Versuche gezeigt, dafs die Wagen in der geschweifsten Strecke rascher laufen und einen weiteren Weg zurücklegen.

Weiteres Vorgehen.

Die Beobachtung der Versuchsstrecke I mit den geschweifsten alten Schienen Form IX darf als abgeschlossen betrachtet werden, da die bei dieser Strecke infolge der ungenügenden Schienenbefestigung und der völlig unzureichenden Rollkiesbettung aufgetretene Schienenwanderung weitere Schlüsse von wesentlicher Bedeutung für die Verschweifsung alter Oberbauanordnungen nicht zuläfst.

Bei der Schweifsung der älteren Oberbauformen beim Einbau auf Nebenbahnen wird vor allem danach zu trachten sein, durch Verwendung elastischer Zwischenlagen und verstärkten Kleineisens eine nachhaltige Verspannung zwischen Schienen und Schwellen zu erzielen. Diese Vorbedingungen sind bei dem neuen Reichsoberbau durch dessen Konstruktion ohne weiters gegeben. Als **nächstes Ziel der Schienenschweifsung mufs daher die Herstellung von Langschienen beim Reichsoberbau in gröfseren Versuchsstrecken angestrebt werden,** auf denen durch Versuchsfahrten der Einfluls der Schienenschweifsung auf den Fahrwiderstand, auf die Fahrzeuge und sonstige Feststellungen über die Wirtschaftlichkeit der Schienenschweifsung erhoben werden können

Zur Frage der Schienenlänge.

Von Reichsbahnrat **Steinhagen**, Berlin.

Versuche, die Schienen auch in Vollbahngleisen zu verweifsen, sind im Laufe der letzten Jahre an vielen Stellen Deutschen Reichsbahn eingeleitet worden und werden auch noch fortgesetzt. Die Schweifsstellen kann man aber als unerwünscht schwache Punkte in dem sonst gleichmäfsigen Gefüge der Schiene betrachten. Es mufste sich also der Gedanke auf-

drängen, die Verminderung der Schienenstöfse im Gleise, die man mit dem Schweifsen der Schiene bezweckt, auf einem anderen Wege, nämlich durch Erhöhung der Schienenlänge anzustreben. Dieser Gedanke lag um so näher, als ja die Schiene in den Walzwerken in einer Länge von 60 bis 120 m von der Walze kommt, und dann erst durch Sägen in die gewünschten Einzellängen geteilt wird. Der Gedanke ist also an sich nicht neu; er war jedoch bisher stets mit der Begründung kurz abgetan worden, dafs es unmöglich sei, wesentlich längere Schienen zu verfrachten. Man nahm die Tatsache als feststehend an, dafs die Länge der Schienen bedingt sei durch die Abmessungen der längsten zur Verfrachtung verfügbaren Eisenbahnwagen.

Eine nähere Untersuchung der Frage zeigt aber, dafs die Bemessung der Schienenlänge im wesentlichen unter drei Gesichtspunkten zu behandeln ist: die Schienen müssen in der beabsichtigten Länge im Walzwerk hergestellt werden können, sie müssen sich verfrachten lassen und sie müssen den Bedürfnissen der Bahnunterhaltung genügen.

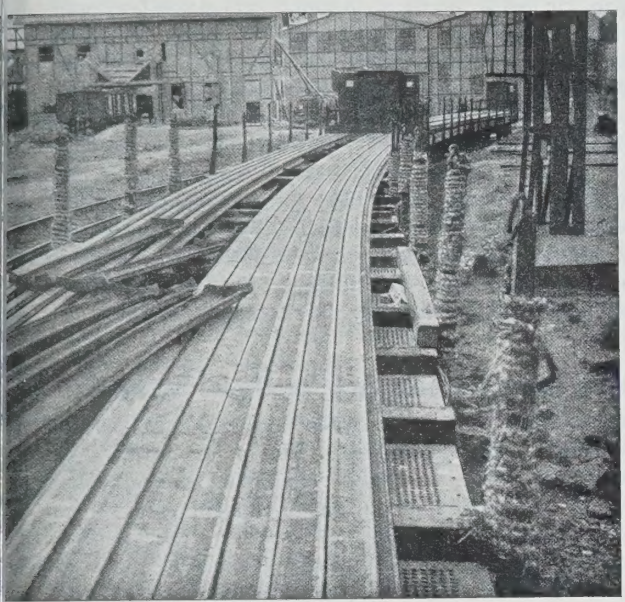
Die Bahnunterhaltung mufs verlangen, dafs die Schienen so handlich sind, dafs sie sich in der meist nur knapp bemessenen Zeit leicht einbauen und auswechseln lassen. Nach den Erfahrungen, die auf den Versuchsstrecken mit geschweifsten Schienen bereits gemacht wurden, können hier Bedenken nicht mehr erhoben werden, denn es hat sich gezeigt, dafs die Handhabung von Schienen, die zu Längen von 60 m und mehr zusammengeschweifst waren, nicht im geringsten auf Schwierigkeiten gestofsen ist, sondern mit den vorhandenen Geräten ebenso leicht bewerkstelligt werden kann wie die von Schienen gewöhnlicher Länge. Auf die Fragen des Wärmespiels und des Wanderns braucht in diesem Zusammenhange nicht näher eingegangen werden, da diese Punkte nicht ausschliefslich bei langen gewalzten Schienen, sondern in gleichem Mafse bei geschweifsten Schienen eine Rolle spielen, und auch im Zusammenhange mit den bereits erwähnten Versuchen besonders verfolgt werden.

Besonders wichtig ist dagegen die Möglichkeit der Verfrachtung. Es scheidet von vornherein jede Erörterung aus, besondere Wagen für den Versand längerer Schienen zu bauen, da ihre Herstellung lediglich für den gedachten Zweck zu unwirtschaftlich sein dürfte. Wenn dadurch auch eine beträchtliche Erhöhung der Verladelänge erreicht werden könnte, so würde die bisherige Verladeart auf Einzelwagen der Schienenlänge an irgend einem Punkte doch wieder eine neue Grenze setzen. Für die Beförderung gröfserer Schienenlängen kommen daher nur die vorhandenen Fördermittel in Frage. Der Umstand, dafs die Schienen, die in Kurven eingebaut werden sollen, im allgemeinen vorher nicht gebogen werden, und die Beobachtung, dafs diese Schienen beim Einbau sich sehr leicht in die gewünschte Krümmung biegen lassen, liefs den Schlufs zu, dafs der Elastizität des Schienenstahls solche Verbiegungen, wie er sie im Gleise aufzunehmen hat, auch während der Anfuhr zugemutet werden könnten. Bestärkt wurde diese Annahme durch Feststellungen über das Verhalten einiger Schienen, die bei Unfällen aufserordentlich stark verbogen worden waren, jedoch keinerlei bleibende Formänderungen zeigten, sondern nach Lösen aus dem Gleisverbande sich wieder vollkommen gerade ausrichteten. War die Schlufsfolgerung angängig, so bestand die Möglichkeit, eine Schiene zum Versand auf zwei oder mehr Wagen zu lagern und sie zu zwingen, während der Bogenfahrt sich der Krümmung des Gleises entsprechend einzustellen. Versuche haben die Richtigkeit der Überlegung bestätigt. Es wurden zunächst Versuchsfahrten mit einer 30 m langen Schiene, die aus zwei je 15 m langen Schienen durch Verlaschung hergestellt und auf zwei vierachsigen Plattformwagen (SS-Wagen) verladen war, in Bahnhofsgleisen vorgenommen. Hierbei zeigte sich, dafs schon ohne besondere Befestigungen die Reibung zwischen Schienenfufs und Wagenboden vollkommen ausreichte, um die inneren Kräfte der Schiene zu überwi und sie zu veranlassen, in Kurvenfahrten, die durch Ge krümmungen von 180 m Halbmesser gingen, sich der Beweg der Wagen in den Krümmungen des Gleises anzupassen. Versuche wurden dann nach der Länge und der Zahl Schienen erweitert, so dafs schliefslich vier SS-Wagen zwanzig je 60 m langen Schienen, die aus 15 m langen stücken durch Verlaschen gebildet waren, beladen wur Auch bei den Fahrten, die mit dieser Ladung durch die wähnten Gegenkrümmungen mit 45 km Geschwindigkeit geführt wurden, zeigten sich nicht die geringsten Anstä Die langen Schienen folgten vielmehr leicht und gleichm den Gleiskrümmungen und stellten sich hier auch in den Ge krümmungen vollkommen parallel zu den Schienen des Gl ein, auf dem die Wagen rollten. Es zeigte sich sogar, diese Einstellung bei der nur auf zwei Wagen verlad 30 m langen Schiene am ungünstigsten erfolgte, dagegen so ruhiger und glatter vor sich ging, je länger die Schi waren. Damit bestand vom Förderstandpunkt aus für Schienenlänge überhaupt keine Beschränkung mehr.

Für die praktische Anwendung sind diese Versuchsergeb bisher aus Gründen, die in der Herstellung der Schienen li und die später noch zu erläutern sind, nur für Schienenlä von 25 und 30 m ausgenutzt worden. Die erste Gelege bot sich im Sommer vorigen Jahres, als die Klöckner-W in Georgsmarienhütte für die neue Elbebrücke bei Häm die Auswalzung von 25 m langen Schienen übernahmen. Überführung dieser Schienen, die, wie oben geschildert, in auf zwei SS-Wagen geladen waren, von Georgsmarienh nach Hämerten erfolgte durch Sonderfahrt mit Eilgüte geschwindigkeit und hat nicht zu den geringsten Beanstandu Anlafs gegeben. Die Ladung lag nach Ankunft des Zug Hämerten genau so gleichmäfsig und sauber ausgerichtet, sie vor der Abfahrt gelegen hatte. Das Durchfahren Krümmungen auf dem mehr als 300 km langen Reisewege nicht die geringste Verschiebung der Ladung verursacht. A dings mufs doch der Befestigung der Schienen eine gewisse S falt zugewendet werden, da zwar nicht die Fahrt durch G krümmungen, wohl aber die sonstigen Betriebsstöfse die ru Lage der Ladung zu beeinflussen geeignet sind. Da der den in Krümmungen die innen und aufsen liegenden Schi zurücklegen, verschieden ist, so darf ihnen die Möglich der Längsbewegung nicht genommen werden. Eine Befesti in dieser Richtung ist also nicht erforderlich; es wurde um bei unvermuteten Betriebsstöfsen ein etwaiges Ruts der ganzen Ladung oder einzelner Schienen zu verhüten 20 cm Entfernung von den Schienenenden ein Kantholz über den Wagenboden aufgenagelt. Ebenso mufs den Schi für die Querbewegung, die zur richtigen kreisförmigen stellung in Krümmungen nötig ist, und die sich an denjen Enden der Wagen vollzieht, an denen die Ladung auf nächsten Wagen übergeht, Freiheit gelassen werden. Hi ist auf beiden Langseiten ein Abstand von etwa 20 cm zwis Ladung und Rungen der Wagen erforderlich und beim laden vorzusehen. Dagegen ist, um eine Querverschie der aufsen liegenden Schienen bis dicht an die Runge vermeiden und der dadurch entstehenden Gefahr vorzubeu dafs diese Schienen sich dann bei der Kurvenfahrt nicht kreisförmig einstellen, sondern um die Endrungen der W knicken können, jede weitere Bewegung der Schienenla quer zur Fahrtrichtung unerwünscht und zu vermeiden, dieser Befestigung mufs, wenn es sich um einen Versand gröfsere Entfernungen handelt, Aufmerksamkeit zugewe werden. Die Schienen sind auf dem Wagenboden ganz Fufs an Fufs ohne jeden Zwischenraum zu lagern und jedem Wagen einmal in der Mitte fest und unverschie gegen die Rungen abzusteifen. Auch ist darauf zu ac

ıur Schienen annähernd gleicher Länge nebeneinander rt werden, da sonst die Gefahr besteht, dafs die längeren en um die Enden der kürzeren knicken können.

wei weitere Versendungen solcher Schienen wurden h von der Friedrich-Alfred-Hütte in Rheinhausen zur lle der neuen Rheinbrücke bei Duisburg und nach nkel durchgeführt. Es handelte sich hierbei um 30 m Schienen, die Krupp zur Zeit zu Versuchszwecken lzt. Auch hier haben sich alle Erwartungen und ımen wieder bestätigt. Die Abbildung zeigt eine



Ladung von 30 m langen Schienen in einer Gleiskrümmung von 225 m Halbmesser.

dung dieser Schienen in einer Krümmung von 225 m nesser im Werkhof der Friedrich-Alfred-Hütte; es sind sogar Krümmungen von 85 m Halbmesser anstandslos fahren worden. Besonders bemerkenswert ist, dafs bei rsten dieser Beförderungen an einer auf der übrigen ng seitwärts liegenden Schiene festgestellt werden konnte, die Elastizität des Schienenstahls die Anpassung an die nbewegung des Fahrzeuges sogar über Schienenkopf und nenfufs, also auch entgegen dem gröfseren Widerstands- nt des Schienenquerschnittes, zuläfst. Diese Beobachtung gab Veranlassung, mit der zweiten dieser Ladungen, die von Rheinhausen über Krefeld nach Vohwinkel ging, versuchsweise über einen Ablaufberg zu fahren; ein Hochheben der Schienenenden trat auch hierbei nicht ein, obwohl die Wagen bis zur Grenze der Tragfähigkeit beladen waren und auf je zwei SS-Wagen 44 Schienen in zwei Schichten ineinander gekantet lagen.

Das Verladen der Schienen konnte im Werkhofe mit den vorhandenen Krananlagen ohne jede Schwierigkeit durchgeführt werden, aber auch das Abladen der langen Schienen auf dem Lagerplatz der Bahnmeisterei oder auch unmittelbar an der Verwendungsstelle geht sehr leicht vor sich. Entweder können die Schienen über schräg seitlich angesetzte, etwa 5 m lange Schienenstücke rutschend heruntergeschoben oder mit der Abladevorrichtung der Firma zur Nieden, Alten-Essen, leicht entladen werden. Die Gefahr des Verkantens wächst natürlich mit zunehmender Länge der Schiene, die Beachtung dieses beim Entladen bringt aber keine besonderen Schwierigkeiten mit sich.

Erscheint danach die Schienenlänge kaum mehr eine Frage des Versandes zu sein, so ist sie gegen alle Erwartung stark eine Frage der Herstellung. Natürlich stofsen die ersten Versuchsauswalzungen gröfserer Schienenlängen auf Schwierigkeiten, da alle Einrichtungen für das Zurichten der Schienen in den Werken auf Regellängen von 15 oder 18 m eingestellt sind, so dafs gröfsere Schienenlängen die Umstellung einiger Bearbeitungsmaschinen erforderlich machen. Abgesehen hiervon soll jedoch nach Angabe der Werke mit wachsender Länge der fertigen Schiene auch der Abfall so stark steigen und das Richten dieser langen Schienen solche Schwierigkeiten mit sich bringen, dafs der Stahlwerksverband für solche Schienen einen Aufpreis verlangt, der die Frage noch ungeklärt läfst, ob es wirtschaftlich sein wird, die Schienenlänge erheblich heraufzusetzen. Eine Berechnung hierfür aufzustellen, ist kaum möglich, da für den wichtigsten Vergleichsposten, nämlich die Ersparnisse in der Unterhaltung des Oberbaus und der Fahrzeuge sowie für den zu erwartenden Minderverbrauch an Zugkraft (Ersparnisse an Kohle), zahlenmäfsige Unterlagen nicht vorhanden sind und auch Schätzungen kaum einigermafsen sicher gemacht werden können. Die Klärung dieser Punkte mufs also noch Aufgabe der Versuche bleiben; immerhin ist die Frage doch so wichtig, dafs sie verfolgt zu werden verdient und dafs, nachdem Schwierigkeiten des Versands nicht mehr bestehen und die grundsätzliche Genehmigung solcher Ladungen zu erwarten steht, die weitere Ausdehnung der Versuche mit Schienen von solcher oder noch gröfserer Feldlänge auch auf Schnellzugstrecken berechtigt ist.

Fufsklammerstofs System Melaun und sein Einfluſs auf die Beweglichkeit der Schienenenden.

Von Reichsbahnrat **Leussler**, Karlsruhe.

Bei der Beurteilung der Frage, ob die Beweglichkeit der nenenden in Fufsklammerstöfsen (Melaun) durch die Keilng wesentlich beeinflufst wird, darf ein Umstand nicht r Betracht bleiben, der die Untersuchungsergebnisse, wie rof. Dr. Ing. Ammann in seiner Abhandlung im Heft 5 des »Organs« vom 15. März 1927 niedergelegt hat, ızt. Die Befürchtung, die Beweglichkeit der Schienenenden e durch zu starke Verspannung des verkeilten Stofses ntlich beeinträchtigt oder sogar aufgehoben werden, wird i völlig beseitigt. Dieser Nebenumstand ist die Klemmung der Schienenbefestigungsteile, wie sie schon mehrere zehnte beim badischen und neuerdings beim Reichsoberbau B endet werden.

Die Klemmwirkung dieser Schienenbefestigungsteile (Klemm- Spannplatten mit Spannschrauben) ist — immer gute Unterıng vorausgesetzt — zweifellos erheblich gröfser als die Schraubenspannung der Laschenschrauben und sie wird dort noch erhöht, wo zwischen Schienenfufs und Schwellenrücken Holzzwischenlagen eingelegt werden, zumal wenn die vorzeitige Lockerung der Schraubenmuttern durch Spreng- oder Federringe hintangehalten wird.

Dafs diese Klemmwirkung der Schienenbefestigungsteile ein Vielfaches der Spannung ist, die durch das feste Anziehen der Laschenschrauben zwischen Schiene und Laschen hervorgerufen wird und dafs der Einfluſs der Verspannung durch die Melaunsche Keilfufsklammer ihr gegenüber verschwindend klein ist und deshalb für die Beweglichkeit der Schienenenden in den Stofsverbindungen ganz aufser Betracht bleiben kann, soll im folgenden gezeigt werden.

In der oben angeführten Abhandlung ist die Schraubenspannung für eine fest angezogene Laschenschraube auf 6 bis 7 t angegeben, was bei vier Schrauben am Stofs eine Gesamtspannung

von 24 bis 28 t ergibt. Unter der wohl berechtigten Annahme, dafs mit der Klemmplattenschraube in Verbindung mit der Klemmplatte dieselbe Spannung erzeugt werden kann, erhält man für eine Schiene von 15 m Länge mit 24 Schwellen eine gesamte Klemmspannung in den Schraubenbolzen von $24 \times 2 \times 6 = 288$ t bis $24 \times 2 \times 7 = 336$ t. Da aber die Klemmplatte mit ihren beiden Klemmansätzen die Schraubenspannung je zur Hälfte auf den Schwellenrücken und auf den Schienenfufs überträgt, so kommt auf die Klemmung des Schienenfufses nur die Hälfte der Gesamtspannung, also eine Spannung von 144 bis 168 t. Ist hiergegen die Gesamtspannung in den Laschenbolzen mit 24 bis 28 t schon sehr gering (nur $^1/_6$) so ist die Spannung, die am Stofse durch die Keilfufskammer erzeugt wird und die durch die Versuche im Laboratorium des Instituts für Strafsen- und Eisenbahnwesen an der technischen Hochschule in Karlsruhe zu etwa 2,5 t ermittelt wurde, so gering, dafs sie für die Beeinflussung der Beweglichkeit der Schienenenden an den Stöfsen ernstlich nicht in Betracht kommt, denn sie beträgt etwa

$^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ der Gesamtspannung in den Laschenbolzen,
$^1/_{60}$ bis $^1/_{70}$ der Gesamtspannung am Schienenfufs und
$^1/_{70}$ bis $^1/_{80}$ der Gesamtspannung überhaupt.

Noch günstiger würde sich dieses Ergebnis gestalten, wenn man — was der Finanz- und Baurat R. Scheibe durch umfass Versuche an der technischen Hochschule in Dresden festge hat — einen wirksamen Schraubenzug von etwa 8 t annel wollte, denn dann erhielte man für obigen Gleisstofs mit langen Schienen und 24 Eisenschwellen allein für die Kl spannung der Schiene $\frac{24 \times 2 \times 8}{2} = 192$ t, also etwa 90fache der Spannung, wie sie durch die Melaunsche stofsverbindung verursacht wird.

Es darf natürlich nicht damit gerechnet werden, dafs hohen Spannungen der Klemmplattenschrauben dauernd anh denn wir haben leider noch keine Schienenbefestigung, die wirklich starre Verbindung zwischen Schienenfufs Schwelle so verbürgt, dafs sie dauernd durch die Bet beanspruchungen unbeeinflufst bleiben könnte. Auch die festigungsweise, wie sie die Scheibe-Schwelle hat, mufs mit einbegriffen werden. — Das Spiel der Kräfte wird auch der Zeit die anfänglich sehr starke Verspannung des Melaun Fufsklammerstofses lösen und die Auswechslung der Keile wendig machen. Auf alle Fälle aber ist nach obigem di fürchtung, dafs die Beweglichkeit der Schienenenden durch Verspannung beim Melaunschen Fufsklammerstofs wese beeinflufst werden könnte, durchaus unbegründet.

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 2. Geschäftsjahr 192

Der Geschäftsbericht umfafst das Kalenderjahr 1926. Nach einem Überblick über die wirtschaftlichen Verhältnisse und die allgemeine Leitung des Unternehmens werden der Betriebsabschlufs und die Bilanz veröffentlicht. Aus den danach folgenden statistischen Übersichten sind die nachstehenden Zahlenangaben in technischer Beziehung wissenswert:

Durchschnittliche Betriebslängen der	Hauptbahnen	30 474 km
» »	» Nebenbahnen	21 928 »
» »	der Schmalspurbahnen	934 »
» »	der Schiffsstrecken	691 »
Geleistete Lokomotivkilometer	insgesamt	968 185 × 1000 km
Hiervon entfallen auf	Dampfbetrieb . .	942 448 × 1000 »
	» elektrischen Betrieb	18 858 × 1000 »
	» sonstige Triebwagen	6 879 × 1000 »
Von der Gesamtzahl der geleisteten Lokomotivkilometer entfallen Nutzkilometer		
	auf Dampfbetrieb . .	554 834 × 1000 km
	» elektrischen Betrieb	16 356 × 1000 »
	» sonstige Triebwagen	6 607 × 1000 km
Geleistete Wagenachskilometer	insgesamt	26 570 422 × 1000 km
Hiervon entfallen auf	Personenwagen	9 243 369 × 1000 »
	» Güterwagen	17 208 186 × 1000 »
	» dienstl. Verkehr	118 867 × 1000 »
Bestand an Lokomotiven und Triebwagen am Ende des Jahres	insgesamt	26 474
Davon entfallen auf	Dampflokomotiven	25 616
	» elektrische Lokomotiven . . .	301
	» Triebwagen mit Oberleitung . .	343
	» sonstige Triebwagen	210
	» Lokomotiven mit Verbrennungsmotor	4
Bestand an Wagen am Ende des Jahres	insgesamt	755 871
Davon	Personenwagen	63 476
	Gepäckwagen	21 556
	reichsbahneigene Postwagen	532
	Güterwagen	670 307

Aus den weiterhin im Geschäftsbericht folgenden acht besonderen Abschnitten sei folgendes hervorgehoben:

Abschnitt I. Verkehr und Betrieb.

Die Kosten für den Lokomotivdienst sind weiter gesunken. Trotz der höheren Leistungswertziffern der Lokomotiven ist der Kohlenverbrauch, bezogen auf 1000 Lokomotivkilom gegenüber dem Vorjahre um 3,0 v. H. zurückgegangen damit um 1,6 v. H. unter den Friedensverbrauch gesu Seit 1. April 1926 ist für das Lokomotivpersonal eine B stoffersparnisprämie eingeführt worden. Die Ausnutzung Leistung der Triebwagen wurde gesteigert; auch kamen Triebwagen mit Explosionsmotoren und Dieselmotoren zur wendung. Der Ausbesserungsstand der Dampflokomotiven b im Jahresdurchschnitt 17,9 v. H. Zwischen zwei allgem Ausbesserungen leistete eine Lokomotive im Durchs 73 000 km. Die Einführung der durchgehenden Güte bremse (Kunze Knorr-Bremse) ist beendet. Die schon f begonnenen Versuche mit Vorrichtungen, die das Überf von Haltsignalen verhüten sollen, wurden fortgesetzt.

Der elektrische Zugbetrieb konnte infolge der gespa Finanzlage nur in beschränktem Umfange ausgebaut we Er wurde eingerichtet auf der Fernstrecke Landshut—Regens und einigen kurzen Güterzugstrecken, ferner auf der Be Vorortstrecke Schönholz—Reinickendorf—Velten. Im gesa Bereich der Deutschen Reichsbahn waren Ende 1926 1066 km Streckenlänge für elektrischen Betrieb eingeri Auf einigen weiteren Strecken wurde der elektrische A weiter gefördert.

Ab 7. Januar 1926 ist bei der Deutschen Reichsb Gesellschaft die sogenannte Zugtelephonie zunächst auf Strecke Berlin—Hamburg eingeführt worden. Die Einfüh für weitere 18 Strecken ist geplant.

Abschnitt II. Tarife, Abschnitt III. Finanzen un Abschnitt IV. Personalwesen
sind in technischer Beziehung ohne wesentlichen Belang.

Abschnitt V. Bauwesen.

Die Bautätigkeit mufste in der ersten Hälfte des Jahres wegen des Rückganges der Verkehrseinnahmen stark e schränkt werden. In der zweiten Hälfte des Jahres sta jedoch Mittel durch die vom Reich und einzelnen Län gewährten Darlehen zur Verfügung, so dafs eine gröfsere A stillgelegter Bauten wieder weitergeführt und einige Strecken dem Betriebe übergeben werden konnten. Auch Reihe von Umbauten und Erweiterungen von Bahnhöfen ko vorgenommen werden.

ie Arbeiten zur Wiederherstellung eines ordnungsmäfsigen des der Bahnunterhaltung sind planmäfsig weitergeführt n. Es wurden 4043 km Hauptgleise mit Neustoffen voll- erneuert. Die gewonnenen wiederverwendbaren Alt- wurden in Nebengleise eingebaut. Nach den Fest- gen des Ausschusses zur Untersuchung des Betriebs- les des Oberbaues befindet sich der Oberbau meist in besseren Unterhaltungszustande als vor dem Kriege. ückstände in den Gleiserneuerungen beeinträchtigen die ssicherheit nicht; dagegen wirken sie wirtschaftlich ilig.

er Reichsoberbau K mit Schienen S 49 auf Holzschwellen einer Länge von 948 km erstmalig verlegt worden. m Jahre 1925 erstmalig verlegte Reichsoberbau B mit en S 49 auf Eisenschwellen wurde im Berichtsjahre in Länge von rund 2021 km eingebaut. Ferner sind Ver- unter Verwendung der modernen Schweifstechnik gemacht n.

ie Verstärkung und der Umbau der eisernen Brücken n nachdrücklichst gefördert und eine gröfsere Zahl von en und Ingenieurhochbauten fertiggestellt. Die Erfahrungen em im Jahre 1925 neu eingeführten hochwertigen Bau- »St 48« sind durchaus gute bei grofsen Ersparnissen. iliziumstahl wurden eingehende Versuche gemacht, die iteren Erprobungen Anlafs geben.

ine gröfsere Anzahl abgenutzter oder veralteter Stell- wurde erneuert, ferner die elektrische Streckenblockung hin ausgebaut. Die Vorortstrecke Berlin-Lichterfelde Ost lbsttätige Streckenblockung erhalten. Diese Anlage stellt rste Anwendung des selbsttätigen Blocksystems bei der sbahn dar. Die elektrische Signal- und Weichenbe- ung wurde vermehrt. Die Einführung von Nebellicht- en und der Vorsignalbaken dienen zur Erleichterung uffindbarkeit der Vorsignale. Die Lösung der Aufgabe, selbsttätig wirkende Vorrichtungen das Überfahren der gnale zu verhindern, wurde durch umfangreiche Versuche erwirklichung nahe gebracht. Zur Zeit sind Probeein- ngen mit diesen sogenannten Zugbeeinflussungen auf ken von insgesamt 860 km im Gange. Sie arbeiten mit nischer, elektromagnetischer, optischer oder akustischer ragung. Das Fernmelde- und Fernsprechwesen wurde Ausbau von Leitungen, von 20 Selbstanschlufsämtern usw. tlich verbessert.

Abschnitt VI. Rollendes Material.

Von den neuen Einheitslokomotiven sind Vierzylinder- llzuglokomotiven in Verbund und Zwillingsbauart sowie E-Güterzuglokomotive angeliefert und erprobt worden. leichtere Lokomotiven, vier und fünfachsig, und mit gerem Achsdruck wurden ausgearbeitet. Eine Höchst- lokomotive für 60 at Betriebsdruck und zwei Turbinen- otiven sowie kleinere Diesellokomotiven sind der Er- probung zugeführt worden. Bei den elektrischen Lokomotiven wurden neben anderen Typen auch zwei Versuchs-Schnellzugs- lokomotiven mit neuartigem Einzelachsantrieb in Auftrag gegeben.

Bei den Personen- und Güterwagen wurde der Austausch- bau gefördert und der Einbau der verstärkten Kupplungen, Hülsenpuffer und Tragfedern aus Stahl von 85 kg/mm Festig- keit fortgesetzt. Bei den D-Zugwagen wurde die elektrische Maschinenbeleuchtung in vermehrtem Mafse angewendet; bei 58 D-Zugwagen wurde die elektrische Heizung eingebaut, die für den Übergang nach der Schweiz neuerdings erforderlich ist. Die durchgehende Güterzugbremse (Bauart Kunze Knorr »G«) wurde durch eine Vermehrung der Bremswagen und durch Ausrüstung von Arbeitswagen und Bahndienstwagen ergänzt. Am Schlusse des Jahres 1926 waren rund 330 000 Güterwagen mit Druckluftbremse und 290 600 mit Druckluftleitung aus- gerüstet. Die Nachrechnung der Kosten und der erzielten Er- sparnisse hat die hohe Wirtschaftlichkeit dieser Einrichtung erwiesen.

In der Stoffwirtschaft wurden Verbesserungen durch neue Lieferungsbedingungen und verschärfte Abnahme erreicht.

VII. Werkstättenwesen.

Unter dem Drucke der schwierigen Wirtschaftsverhältnisse wurde die Rationalisierung des Werkstättendienstes weiter ge- führt, wobei die Vorteile der Normalisierung, Reihen- und Massenarbeit, Fertigung und Sonderung der Fahrzeuge nach Gattungen sich auswirken können. Es wurden fünf Werkstätten und 15 Werkstättenabteilungen geschlossen. Die Zahl der Werkstättenarbeiter ist von 118 525 im Dezember 1925 auf 105 627 im September 1926 gesunken. Mit den vorhandenen Mitteln wurden die wenigen und bereits eingeschränkten Werk- stätteneubauten weitergeführt. Neu in Angriff genommen wurde nur der Bau einer Sonderwerkstätte in Berlin-Nieder- schöneweide für die Unterhaltung der elektrischen Trieb- und Beiwagen der Berliner Stadt- und Vorortbahnen.

VIII. Beschaffungswesen.

Aus finanziellen Gründen war zu Beginn des Jahres eine durchgreifende Zurückhaltung beim Einkauf nötig. Durch ver- schiedene Reichskredite trat am Jahresende eine Erleichterung ein. Die Einkäufe erfolgten im allgemeinen in gleicher Höhe wie im Vorjahre. Die etwas gröfsere Fahrzeugbeschaffung hielt sich in sehr engen Grenzen und erstreckte sich haupt- sächlich auf Sonderbauarten, die im Betriebe gebraucht wurden oder der Weiterentwicklung der Einheitsbauarten und des Aus- tauschbaues dienten. In den letzten Wochen des Jahres wurde mit der Deutschen Wagenbau-Vereinigung ein mehrjähriger Vertrag auf Lieferung von Eisenbahnwagen abgeschlossen mit dem Ziele durch rationellere Arbeitsmethoden die Herstellung der Fahrzeuge wesentlich zu verbilligen und die Zahl der Produktionsstätten einzuschränken. Pfl.

mechanisch angetriebene Diesellokomotive mit fester Übersetzung und mehreren, einzeln kuppelbaren Motoren.

Zu dem unter obigem Titel erschienenen Aufsatz des Herrn Oberingenieurs Günther, Efslingen, auf S. 39 des ns, erhalten wir von Herrn Professor Dr. Lomonossoff folgende Zuschrift:

Mit den in dem Aufsatz des Herrn Oberingenieur Günther serten Anschauungen einschliefslich des Titels kann man sich, eressant die Ausführungen auch sind, in vielen Punkten nicht standen erklären. Die Diesellokomotive Günthers ist keine notive mit starrer Übertragung, sondern nur eine Lokomotive, er die Räder mit dem Dieselmotor starr verbunden werden en. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Lokomotive von her von der Diesellokomotive mit Zahnradgetriebe nur da- , dafs bei letzterer die starre Verbindung bei mehreren Werten der Übersetzungszahl

$$\nu = \frac{z}{n}$$

möglich ist, worin z die Drehzahl des Dieselmotors und n die der Räder sind, während bei der Lokomotive von Günther nur eine Übersetzungszahl vorhanden ist. Starre Übertragung haben Dampf- lokomotiven, hatte die Diesellokomotive von Gebr. Sulzer. Die Diesellokomotive von Günther aber ist eine Diesel-Getriebe- lokomotive mit einem einzigen Arbeitswert der Übersetzungszahl,

da bei ihr wie auch bei allen übrigen Diesellokomotiven der Dieselmotor von den Rädern getrennt werden kann. Diese Fähigkeit ist unbedingt notwendig und der Mifserfolg der Sulzer-Lokomotive erklärt sich hauptsächlich dadurch, dafs bei ihr tatsächlich eine starre Übertragung vorhanden war, d. h. die Räder waren stets mit dem Dieselmotor starr verbunden.

In bezug auf diesen Umstand sind wir anscheinend mit Günther völlig einig. Die Werte der Übersetzungszahl $\nu = 0$ (der Motor läuft, während die Räder stehen) und $\nu = \infty$ (der Motor steht, während die Räder rollen) ist für jede Diesellokomotive unbedingt notwendig. Die Meinungsverschiedenheit besteht darin, ob ein Arbeitswert der Übersetzungszahl ν genügt. Nach Meinung von Günther genügt nicht nur ein einziger Wert, sondern eine solche Lokomotive ist sogar als die ideale Lokomotive anzusehen (Seite 39). Nach Meinung des Schreibers dieser Zeilen dagegen ist eine solche Lokomotive nur für Personenzugdienst brauchbar und auch das nur auf Strecken mit sehr gleichmäfsigem Profil, ähnlich der Strecke Berlin – Hannover.

Dies beruht darauf, dafs die Leistung jedes Dieselmotors fast proportional mit seiner Drehzahl wächst. Bei der Günther-Lokomotive dagegen mit einer einzigen Übersetzungszahl ν ist die Zuggeschwindigkeit

$$V = \frac{3{,}6\,\pi\,Dz}{\nu},$$

worin D der Durchmesser der Treibräder ist, der Drehzahl des Dieselmotors z proportional. Mit anderen Worten, bei der Günther-Lokomotive kann die volle Leistung des Dieselmotors nur bei der Höchstgeschwindigkeit entwickelt werden. Nun kann aber eine Lokomotive nur dann als Idealokomotive angesehen werden, wenn die volle Leistung des Primärmotors bei jeder beliebigen Geschwindigkeit entwickelt werden kann. Diesem Ideal kommt die Diesellokomotive mit elektrischer Übertragung am nächsten, dann folgt die Dampflokomotive und die Diesellokomotive mit Gasübertragung und zuletzt kommen die Diesellokomotiven mit einer einzigen Übersetzungszahl, wie z. B. die Diesellokomotive von Günther, Ssidoroff*) und der Taschkenter Eisenbahn**).

Es ist nur zu beachten, dafs eine Abweichung von diesem Ideal unter verschiedenen Verhältnissen des Eisenbahndienstes verschiedenartige Nachteile mit sich bringt. Es hängt nämlich alles von dem Verhältnis folgender drei Geschwindigkeiten ab: V_e — bei der die höchste Zugkraft aus dem Reibungsgewicht noch ausgenutzt werden kann; V_n — der normalen Geschwindigkeit; V_m — der Höchstgeschwindigkeit. Ferner ist wesentlich, dafs unter den derzeitigen Verhältnissen

$$V_m \geqq 3\,V_e$$

ist, und daher die Art der Lokomotivarbeit durch die normale Geschwindigkeit bestimmt wird. Im Schnellzugdienst, insbesondere auf ebenen Strecken, nähert sich die normale Geschwindigkeit V_n der Höchstgeschwindigkeit V_m; im Vorortverkehr nähert sich die normale Geschwindigkeit infolge der häufigen Beschleunigungs-Perioden der Geschwindigkeit V_e; im Güterzugverkehr im hügeligen Gelände ist V_n ebenfalls nahe V_e; im Rangierdienst ist gewöhnlich $V_n < V_e$

Hieraus wird klar, dafs, abgesehen von dem letzteren Fall, bei dem die elektrische Übertragung unerreicht dasteht, eine Diesellokomotive ähnlich der Güntherschen im schweren Güterzugverkehrsdienst sowie im Vorortverkehr gewöhnlich nur etwa 30 bis 50% ihrer Höchstleistung entwickeln wird. Entweder werden 30 bis 50% für normale Arbeit nicht ausreichen, oder es wir wendig sein, einen Dieselmotor zu verwenden und dauerd befördern, der eine zwei- bis dreimal höhere Leistung besit für den normalen Dienst notwendig ist.

Günther beschreitet den zweiten Weg und man mu geben, dafs er die Schwierigkeiten der Aufgabe in bezug au Gewicht glänzend löst. Infolge der Verwendung sehr schnellau Dieselmotore und des geringen Gewichts seines Getriebes erz bei einer Motorleistung, die nur 70% höher ist als bei elektr Übertragung notwendig wäre, fast dasselbe Dienstgewicht der l lokomotive. Die Verwendung solcher schnellaufender Dieselm würde nun aber, erstens, auch das Gewicht der elektrischen tragung herabsetzen, zweitens, sind die Anschaffungskosten die Unterhaltungs- und Reparaturausgaben von Brennkraftmas proportional nicht ihrem Gewicht, sondern ihrer Leistung. Be Bauart von sehr geringem Gewicht sind diese Ausgaben fü nicht geringer, sondern höher als bei einer schweren Bauart. I dessen sind die Gesamtausgaben für Tilgung, Unterhaltun Ausbesserung von Diesellokomotiven des Günther-Typs, i der übermäfsigen Leistung der verwendeten Motoren nicht ge sondern gröfser als bei Diesellokomotiven, bei denen die Le des Motors bei beliebigen oder mindestens bei mehreren Geschw keiten ausgenutzt werden kann.

Für Schnellzugverkehr auf einer Strecke ähnlich der S Berlin – Hannover ist die Günther-Lokomotive unbedingt v hafter als jede andere. Für eine Strecke dagegen ähnlich der S Stuttgart – Ulm, für die Günther seinen Vergleich durchfüh dies sehr zweifelhaft. Für schweren Güterzugverkehr dagege die Vereinfachung des Getriebes durch die Notwendigkeit de schaffung, Erhaltung, Ausbesserung und Mitbeförderung eines M mit der dreifachen Leistung erkauft wird, wäre eine solche Loko gänzlich unbrauchbar.

Der Entwurf von Günther, als Vorschlag einer Universall des Diesellokomotiv-Problems, wird daher vom Schreiber Zeilen nicht als ein Fortschritt zu dieser Lösung, sondern a Rückschritt um 17 Jahre zurück zum Entwurf der Tasch Eisenbahn beurteilt. Seit jener Zeit stellten die Theorie u Praxis unzweifelhaft fest, dafs diese Aufgabe nur auf folgend Arten und nicht anders gelöst werden kann: durch Schaffung billigen und in bezug auf die Regelung elastischen Übertragung durch Ersatz des Dieselmotors durch einen anderen elastis Motor. Die Mehrzahl der russischen Fachleute geht unter Wa des Grundsatzes von Grinewetzki den zweiten Weg, wä die deutsche Technik und der Schreiber dieser Zeilen dem Weg den Vorrang geben. Hierbei wäre es falsch anzune dafs die in Deutschland für die russischen Bahnen gebauten D lokomotiven in dieser Hinsicht bereits alle Möglichkeiten erschö Es sind dies im Gegenteil die ersten, absichtlich vorsichtiger suche, an die Lösung des Diesellokomotiv-Problems heranzu Es lohnt sich deshalb nicht, die bei dem Bau dieser Lokom gemachten Fehler nicht nur beim Bau neuer Lokomotiven, so auch bei Vergleichsberechnungen zu wiederholen. Ich denke bei an das grofse Gebiet der infolge der Begrenzung dur Dynamo-Erregung nicht ausgenutzten Motorleistung der 1 Diesel-elektrischen-Lokomotive, Nr. 001 was Günther au seiner 2-C-2 Lokomotive mit elektrischer Übertragung vorau Aus diesem Grunde erhielt er auch für seine Lokomotive Wirkungsgrad von nur 22%. Lomonoss

*) Veröffentlichungen des Wissenschaftlich-Technischen Komitees des Verkehrskommissariats, Moskau, Nr. 24, 1926, Seite 7.

**) Lomonossoff, Diesel-elektrische Lokomotive 1924, Seite 20 bis 22.

Zu den vorstehenden Ausführungen des Herrn Professor Lomonossoff erwidert Herr Oberingenieur Günthe

Die im Organ 1927, Seite 39, beschriebene, mechanisch angetriebene Diesellokomotive hat eine Kraftübertragung von unveränderlicher, also fester Übersetzung im Gegensatz zu der Diesellokomotive mit einer Leistungsübertragung. Bei dieser kann der Motor mit annähernd konstanter Leistung arbeiten und am Lokomotivrad bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit und Zugkraft eine annähernd konstante Leistung wie die Dampflokomotive, abgeben. Während nun der Kessel der Dampflokomotive aus baulichen Gründen ein Krafterzeuger von annähernd konstanter Leistung ist, kann der Motor in der Leistung so innerhalb wirtschaftlicher Grenzen geregelt werden, dafs die Diesellokomotive mit unmittelbarem Antrieb in der Fahrgeschwindigkeit und Zugkraft mindestens ebenso anpassungsfähig ist, wie die Dampflokomotive, od mittelbar angetriebene Diesellokomotive. Auch kann beim un baren Antrieb der Motor so bemessen werden, dafs das Rei gewicht der Lokomotive bis zum Radschleudern ausgenutzt Wie aus der Abb. 2 hervorgeht, wird die Leistung einer Loko durch die aus dem Reibungsgewicht der Lokomotive besti Geraden L begrenzt, die für die Dampflokomotive und ähnli die mittelbar angetriebene Diesellokomotive bei etwa 30° Höchstgeschwindigkeit nach der Wagrechten in die Linie anna konstanter Leistung abbiegt. Diese beiden Lokomotivtypen v aber vorteilhaft durch die elektrische Lokomotive übert deren Leistung in der Regel nur durch die Erwärmung des An

begrenzt wird und bis etwa 60 % der Höchstgeschwindigkeit steigt, also bei annähernd der doppelten Geschwindigkeit als Dampflokomotive in die konstante übergeht, und sie werden durch die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive über- die eine konstante und gröfste Zugkraft bis nahe zur Höchstindigkeit hat.

ach den Bahndiagrammen, Organ 1927, Seite 43, Taf. 9, die mechanisch angetriebene Diesellokomotive auf der Strecke rt—Ulm 1260 bzw. 1740 PS entwickeln, das sind 38 bzw. 53 % öchstleistung von 3280 PS mit zwei Motoren. Hingegen würde dieser Strecke mehr ausgelastete Diesel-elektrische Lokomotive zw. 1230 PS entwickeln und ihre Höchstleistung von 1550 PS bzw. 79 % ausnützen. Folglich steht hier der unmittelbare mit rund $^1/_2$ ausgenützter Motorleistung dem mittelbaren Anit rund $^3/_4$ ausgenützter Motorleistung bei zweimaliger Übergg, also mit $3 \times {}^3/_4$ Leistungsausnützung gegenüber. Das Verder Leistungsausnützung $^1/_2 : {}^3/_4$, bezogen auf die Leistung ıdumfang, erfordert folglich, wenn die zu entwickelnden ıgen gleich sein sollen und angenommen wird, dafs Generator riebmotor 10 % der Dieselmotorleistung aufzehren, für die elbar angetriebene Diesellokomotive einen Motor von rund grösserer Höchstleistung.

Für die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive trifft also, r die elektrische Lokomotive nur im erhöhten Mafse zu, dafs h nach ihrer Leistungscharakteristik vorzugsweise für Hügelstrecken eignet und sich besonders bei einem ihr ange-

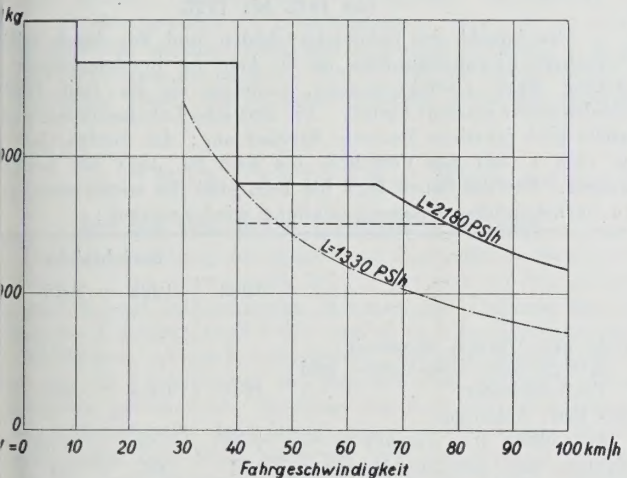


Abb. 1. Zugkraftdiagramm einer 2 C 2 Diesellokomotive.

nen Fahrplan überlegen ausweist, indem die normale Gendigkeit im Personen- oder Güterzugdienst mehr der Höchstwindigkeit nahekommt und nur durch Gleiskrümmungen oder ampen beschränkt wird.

Eine Flachlandbahn, wie Berlin—Hannover, erfordert nur während nfahrens der Lokomotive eine grofse Zugkraft, die von der ischen Lokomotive durch die Überlastbarkeit des Motors und der Diesellokomotive in gleichem Sinne mit Aufladung von ennungsluft bei entsprechender Vorwärmung des Motors aufcht werden kann. Die erforderliche Leistungscharakteristik okomotive entspricht dann mehr der einer mittelbar angenen Diesellokomotive und würde beim unmittelbaren Antrieb ımäfsig mit nur einem Motor erzielt werden, der mit den notivrädern festgekuppelt ist. Das Anfahren der Lokomotive ieht dann von einem Hilfsmotor aus. Damit wird das in Abb. 1 stellte Zugkraftdiagramm für eine der beschriebenen gleichere 2-C-2 Lokomotive erreicht, das bei den Fahrgeschwindigı von 0 bis 10 km/h eine Zugkraft von 15 000 kg, bei 10 bis /h 13 450 kg, bei 40 bis 78 km/h 7550 kg und bei 40 bis 65 km/h und ger Aufladung des Motors 9000 kg aufweist. Nach dem Diam nimmt mit steigender Fahrgeschwindigkeit über 65 bzw. ı/h die Zugkraft ab, entsprechend der vom Kühler begrenzten rleistung des Motors von 2180 PS auf 1 Std.

Auch aus dem Zugkraftdiagramm geht hervor, dass die unlbar angetriebene Lokomotive besonders für die Bergfahrt grofse ile bietet. Während eine annähernd gleichschwere mittelbar riebene Lokomotive von 1330 PS/h Höchstleistung einen Wagenzug von 500 t auf 10 ‰ Steigung mit nur 42 km/h Fahrgeschwindigkeit befördert, wobei eine Zugkraft nach den Strahlschen Widerstandsformeln von 8540 kg erforderlich ist, erreicht die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive mit dem gleichen Zug auf der Steigung eine Fahrgeschwindigkeit von 57 km/h, wobei die Zugkraft 8960 kg beträgt, was einer Verkürzung der Fahrzeit um

$$\left(60' - \frac{60' \cdot 42}{57}\right) \cdot \frac{100}{60'} = 27\,\%$$

entspricht, oder da der Fahrplan nicht immer die äufserste Leistungsfähigkeit der Lokomotive zuläfst, und angenommen wird, die mittelbar angetriebene Lokomotive befördere den Zug auf einer anschliefsenden gleichlangen Wagrechten mit 90 km/h entsprechend einer Zugkraft von 3990 kg, so braucht die mittelbar angetriebene Diesellokomotive auf dieser Strecke nur 57 km/h bei einer Zugkraft von 2750 kg zu erreichen, um die Gesamtfahrzeit der mittelbar angetriebenen Lokomotive einzuhalten, wodurch an Leistung

$$\frac{(8540 + 3990 \;-\; (8960 + 2750)}{8540 + 3990} \cdot 100 = 6{,}6\,\%$$

erspart werden. Also nicht nur in der Krafterzeugung, sondern auch im Kraftverbrauch auf der Strecke ist die unmittelbar angetriebene Lokomotive im Vorteil.

Die Drehzahl des Motors ist beim unmittelbaren Antrieb durch die des Lokomotivrades bis zu etwa 400 in der Minute gegeben,

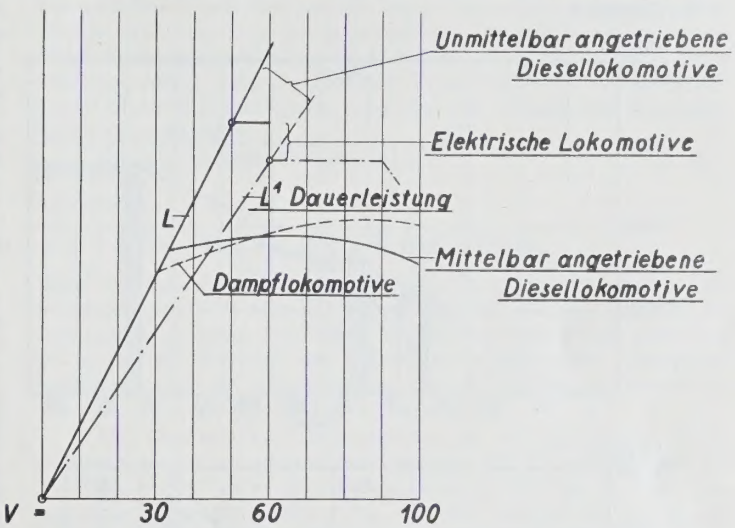


Abb. 2. Leistungsdiagramme.

dagegen beim mittelbaren Antrieb höher anzunehmen, um das Gewicht der Lokomotive mit dem dreimaligen Einbau der Leistung in wirtschaftlichen Grenzen zu halten.

Der Gesamtwärmewirkungsgrad der Diesel-elektrischen Lokomotive auf der Strecke Stuttgart—Ulm ist nach Organ 1927, Seite 42 und Taf. 7 im Durchschnitt zu 21,2 % für den 300 t und zu 20,5 % für den 600 t Wagenzug ermittelt worden. Dabei ist die Brenngeschwindigkeit des Motors grösstenteils 450 kg/h und der dazu gehörige Wirkungsgrad nach Taf. 7, Abb 2 nur 21 bis 22 %. Der Verlustanteil der Dynamoerregung ist in den Abb. 1 bis 3, Taf. 7 gekennzeichnet durch den Abfall der Linien für Leistung, Wirkungsgrad und Brennstoff bei höheren Geschwindigkeiten und sein Einflufs auf den Wirkungsgrad unter Beachtung der Fahrgeschwindigkeiten in den Abb. 6 und 7, der Taf. 7 leicht zu erkennen. Der Wirkungsgrad könnte nur durch eine Vergröfserung des Dieselmotors wesentlich verbessert werden, doch würde dann die Lokomotive infolge ihres Gewichtes mit den anderen in Betracht gezogenen Lokomotiven nicht zu vergleichen sein und wirtschaftlich ungünstiger abschneiden.

Die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive hat aber bei der gleichen Motorcharakteristik, Strecke und Belastung einen Wärmewirkungsgrad von 28,2 bzw. 28,5 %.

Somit bietet der unmittelbare Antrieb der Diesellokomotive grofse betriebstechnische und wirtschaftliche Vorteile. Sein praktischer Erfolg hängt lediglich vom Motor ab, der erst in neuerer Zeit die Vervollkommnung erfahren hat, die ihn für die Lokomotive geeignet machen.

Günther.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

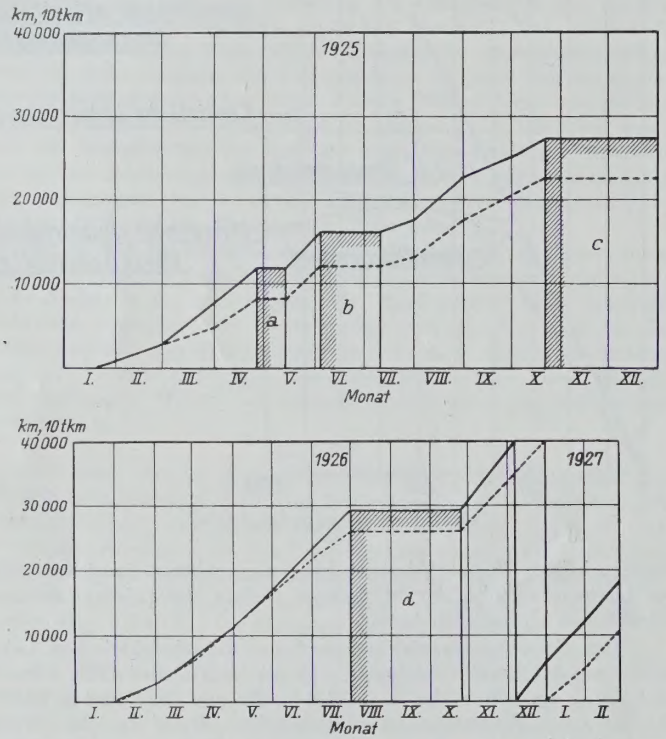
Die dieselelektrische Lokomotive auf den Bahnen der U. d. S. S. R.

Die erste russische in Deutschland erbaute dieselelektrische Lokomotive langte am 25. Januar 1925 in Moskau an. Nach einigen kurzen Fahrten in der Nähe von Moskau wurden folgende Fahrten nach dem Kaukasus durchgeführt:

1. Von Moskau nach Petrowsk und zurück, 4495 km.
2. Von Moskau über Tiflis nach Eriwan und zurück, 7436 km.

Bei diesen Fahrten fand eine besonders sorgfältige Beobachtung der Lokomotive statt, so dafs diese Fahrten nicht als gewöhnliche Betriebsfahrten zu bewerten sind.

Im August 1925 wurde die Lokomotive dem Dienst übergeben, und zwar beim Depot Ljublino bei Moskau, wo eine besondere Abteilung für Diesellokomotiven eingerichtet wurde. Die Lokomotive sollte den gewöhnlichen Güterzugverkehr zwischen Moskau und Kursk durchführen. Das Profil dieser Strecke ist infolge vieler Steigungen und Gefälle recht ungünstig. Die Entfernung Moskau—Kursk beträgt 536 km. Die Lokomotive wurde stets von einem Wagen für das jeweilig freie Bedienungspersonal begleitet. Im ganzen waren drei Mannschaften vorgesehen, und es wurde ein dreifacher Schichtwechsel durchgeführt.



Bildliche Darstellung der Fahrtleistung und Beförderungsarbeit der dieselelektrischen Lokomotive.

Die Abbildung zeigt die Arbeit der Lokomotive anschaulich. Auf der Abszissenachse ist die Zeit, auf der Ordinatenachse die gesamte zurückgelegte Strecke in km (ausgezogene Linie) und die geleistete Arbeit in Tonnenkilometer brutto (gestrichelte Linie) aufgetragen.

Die aus den Linien ersichtlichen Unterbrechungen haben folgende Ursachen:

a) Beschädigung eines Elektromotors nach längerer starken Beanspruchung. Der Anker mit der beschädigten Isolierung und Wicklung wurde in den Tifliser Eisenbahnwerkstätten ausgebessert. Zugleich wurden die Radreifen abgedreht.

b) Beschädigung des in Tiflis ausgebesserten Ankers. Nochmalige Ausbesserung und Einbau des Ankers.

c) Aufstellung eines neuen Lamellenwasserkühlers an Stelle des Röhrenkühlers, mit dem die Lokomotive das Werk in Efslingen verliefs. Der Lamellenkühler ergab jedoch bei den ersten Versuchen eine derart schlechte Wirkung, dafs er sofort abgenommen und durch den alten Röhrenkühler ersetzt wurde.

d) Anheben der Lokomotive und Abdrehen der Radreifen, suchung des Dieselmotors, der Dynamo und der Motor dieser sogenannten „Allgemeinen Ausbesserung“ entstan Verzögerung durch Aufstellung eines neuen Lamellenk mit kreppartigen Zwischenlagen zwischen den Kühlerele Aber auch dieser Kühler erwies sich als so unbefrie dafs er sofort von der Lokomotive entfernt wurde.

Aufser diesen zufälligen Unterbrechungen (Motorausbesser Kaukasus) und den mifslungenen Versuchen mit anderen F formen arbeitete die Lokomotive im regelmäfsigen Dienstv bis zur Allgemeinen Ausbesserung 13 Monate. Die gesamte in Zeit zurückgelegte Strecke beträgt 56 000 km, die mittlere mon Strecke 4 300 km.

Die Arbeitsleistung bis 1. März 1927 beträgt 740 000 t/ einer Gesamtlaufstrecke von 86 000 km.

Diese Zahlen zeigen, dafs die Lokomotive trotz einer Reil wesentlichen Mängeln der Bauart, die hier nicht erwähnt zu brauchen, den regelmäfsigen Eisenbahndienst anstandslos erf

Dipl. Ing. N. Dobrowolski, Moskau.

Durch Lokomotivschäden verursachte Eisenbahnunfälle in A von 1923 bis 1926.

Die Anzahl der Lokomotivschäden und der durch solch ursachten Eisenbahnunfälle ist in Amerika in den letzten wieder stark zurückgegangen, nachdem sie im Jahr 1923 Höchstpunkt erreicht hatte*) Die amtliche Lokomotivüberwac stelle gibt jährliche Berichte darüber aus; das Berichtsjahr je vom 1. Juli des Vorjahres bis zum 30. Juni des betref Jahres. Für die Jahre 1923 bis 1926 sind die wichtigsten A in nachstehender Zusammenstellung wiedergegeben:

	Berichtsjahr		
	1923	1924	1925
Zahl der Unfälle allgemein infolge von Lokomotiv- und Tenderschäden	1348	1005	690
Zu- bzw. Abnahme gegenüber dem Vorjahr in %	+ 117	—25,5	—31,3
Zahl der dabei getöteten Personen	72	66	20
Zu- bzw. Abnahme gegenüber dem Vorjahr in %	+ 118	—8,3	—69,7
Zahl der dabei verletzten Personen	1560	1157	764
Zu- bzw. Abnahme gegenüber dem Vorjahr in %	+ 120	— 25	—33,9
Zahl der Entgleisungen	38	30	22
Zahl der dabei getöteten Personen	4	3	—
Zahl der dabei verletzten Personen	157	112	52
Zahl der schadhaft befundenen Lokomotiven in % der Gesamtzahl der überwachten Lokomotiven	65	53	46

(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 25.) R.

*) Organ 1924, S. 44.

Viertakt-Dieselmotoren mit Aufladung durch Auspuffturbi

Die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik in W thur hat in letzter Zeit gemeinsam mit der A.-G. Brown, Boveri in Baden umfangreiche Versuche durchgeführt über die Auf von Viertaktmaschinen mittels eines Turbogebläses, das dur Auspuffgase betrieben wird. Diese Versuche, über die Ing Alfred Büchi, Inhaber der bezüglichen Patente, in „Génie vom 12. Februar 1927 berichtet, wurden an einem normale zylindrigen Viertakt-Dieselmotor von 500 PS Effektivleistun genommen, der für Aufladebetrieb und Ausstofsen unter Gege in die Abgas-Turbine entsprechend abgeändert worden war.

Das Erproben der Maschine mit Aufladeluft, die nach B gekühlt oder ungekühlt eingeführt werden konnte, erfolgte

se, dafs diejenige Last als Normallast bezeichnet wurde, die die hen Auspufftemperaturen, hinter den Auspuffventilen gemessen, b, wie eine ohne Aufladung arbeitende Dieselmaschine. Der lichtungsraum des Motors wurde so gewählt, dafs trotz der wöhnlich hohen Aufladespannung von rund 0,45 bis 0,5 at Überk, der maximale Druck in den Zylindern in den üblichen nzen blieb, um das Gestänge und die Kurbelwelle keinen gröfseren ungsbeanspruchungen auszusetzen. Die Steigerung der Torsionsnung der Kurbelwelle wurde als unbedenklich angesehen, da lange nicht so grofs ist, wie die bei den Zweitakt- und den elwirkenden Viertakt-Maschinen zugelassene.

Wenn man die aus den Versuchen hervorgegangenen Hauptbnisse zusammenfafst, so zeigt sich folgendes: Durch das andte Aufladeverfahren kann bei 0,5 atü Aufladespannung die tung um 50 % gesteigert werden, ohne dafs die bei gewöhnen Viertakt-Dieselmaschinen üblichen Auspufftemperaturen überitten werden. Dabei bleibt auch die Wärmeabfuhr durch das lwasser gleich, d. h. sie ist pro Leistungseinheit um 30 % nger, was einen entsprechend kleineren spezifischen Kühlwasserrauch bedingt. Der Brennstoffverbrauch betrug bei der Versanlage 185 g/PSeh. Für die Steigerung der Leistung über e Normalleistung hinaus, bedeutet der Antrieb des Gebläses h eine Abgasturbine insofern einen grofsen Vorteil, als bei gegerter Leistung auch die Drehzahl der Abgasturbine und somit aufgeladene Luftmenge zunimmt. Die Maschine kann deshalb viel gröfsere Überlast bei vollkommener Verbrennung aufmen, als eine gewöhnliche Dieselmaschine. So wurde sie vielfach auf 1060 PSe bei noch ganz gutem Auspuff belastet, d. h. also h um 40 % über die Leistung von 750 PS, die bereits 50 % über Normallast einer Dieselmaschine gleicher Zylinderabmessungen liegt. Diese bei den bisherigen Dieselmaschinen oft vermifste Elastizität stempelt die neue Maschinenart zum gegebenen Antriebmotor für Spitzen- und Reserve-Kraftanlagen, für Verbrennungsmotor-Lokomotiven und für Schiffs-, ganz besonders Kriegschiffs-Maschinen.

Wichtig ist, dafs das beschriebene Aufladeverfahren nicht nur bei neuen Maschinenanlagen, sondern auch ohne weiteres bei vorhandenen Motorenaggregaten durch Anbau einer Abgasturbine und eines Aufladegebläses, sowie durch einige ganz unbedeutende Änderungen an den Motoren zur Anwendung gelangen kann. Damit läfst sich unter Beibehaltung der gleichen Maschinendrehzahlen eine Leistungssteigerung von rund 50 % ermöglichen.

(Schweizerische Bauzeitung vom 11. Juni 1927.)

Neuartiges Treibachslager in Amerika.

Die amerikanischen Treibachslager haben in der Regel gegen die Radnabe zu eine kreisförmige Anlagefläche, die den seitlichen Druck aufnimmt. Früher war diese Fläche meist an das Achslagergehäuse angegossen; neuerdings wird sie vielfach mit der Lagerschale zusammen aus Rotguls hergestellt. Diese Herstellungsart ist indessen wegen der verhältnismäfsig grofsen Bearbeitungszeit und Verspanung recht teuer; auch mufs bei dem naturgemäfs ziemlich hohen Verschleifs der seitlichen Fläche jedesmal die ganze Lagerschale erneuert werden. Man ist daher jetzt dazu übergegangen, die Seitenfläche als besonderes Stück herzustellen und aufzuschweifsen. Der Ersatz wird damit äufserst einfach. Zur Schmierung dieser seitlichen Anlageflächen wird Öl oder Fett durch einen Kanal aus dem Behälter des Achslagers selbsttätig zugeführt.

(Railw. Age 1926, 2. Halbj. Nr. 26.) R. D.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Bau von elektrischen Lokomotiven in Japan.

Die Elektrifizierung der japanischen Staatsbahnen macht weiter tschritte. Nach einer langen Zeit, in der man nur Versuchszüge , werden jetzt seit mehreren Monaten alle Personenzüge vom egshafen Yokosuka nach Tokio (täglich in jeder Richtung sieben) elektrischen Lokomotiven befördert. Die elektrischen Züge verren mit der Pünktlichkeit die man auf allen japanischen Eisennstrecken gewohnt ist. In Japan kommen Zugverspätungen so wie niemals vor. Allerdings wurden in den letzten Monaten elektrischen Züge noch stets mit zwei Lokomotiven befördert, im Falle von Störungen eine Reserve zu haben. Nunmehr den die Züge nur noch von einer Lokomotive befördert. Die urch freiwerdenden sieben Lokomotiven sollen auf der Strecke schen dem Seebadeort Atami und Tokio verwandt werden. Elf ktrische Güterzuglokomotiven, die augenblicklich noch im Lokotivschuppen in Kamata unbenutzt stehen, sollen ebenfalls auf der kosuka-Linie verwandt werden, so dafs dort bald auch die Güterge elektrisch gefahren werden.

Die Mehrzahl der elektrischen Lokomotiven, die bisher auf den ngenannten Strecken verkehrten, sind von der English Electric Co. iefert. Auch von Westinghouse, der General Electric Co., Brown veri und der japanischen Fabrik Hidachi hat das japanische nisterium Lokomotiven gekauft, die aber noch nicht in den rkehr eingestellt sind. Die Lokomotive von Hidachi soll sehr befriedigen. Auch die Südmandschurische Bahngesellschaft hat e japanische Lokomotive von der Kawasaki-Werft in Betrieb und sehr zufrieden.

Neuerdings will die Eisenbahnverwaltung für die Strecke Tokio—dzu für Personenzüge und für Güterzüge zehn elektrische Lokotiven in Japan bauen lassen. Auch alle Einzelteile und alles behör soll restlos in Japan hergestellt werden. Es handelt sich bei um Lokomotiven mit einem Dienstgewicht von 95 t, 1000 t gkraft für Züge von 60 Wagen. Ausländische elektrische Lokotiven kosten nach Angabe des Eisenbahnamtes 230000 Yen (frei pan), während man in Japan für 200000 Yen gleich gute Lokotiven bauen könne. Die Konstruktionsabteilung und die elektrische teilung des Ministeriums arbeiten augenblicklich zusammen mit ner Anzahl einheimischer Werke die allgemeinen Entwürfe und Ausführung der Einzelteile aus. Jedes Werk soll die Teile chen, für die es am besten eingerichtet ist, und dann sollen die Teile in einem der Werke oder in einem der grofsen Eisenbahnwerke zusammengesetzt werden. — Schutz der Heimindustrie ist jetzt das Schlagwort in Japan, und nach Ansicht der japanischen Regierung ist es nur ein Vorurteil des Volkes, dafs ausländische Erzeugnisse besser seien als die einheimischen. Dieses Vorurteil auszurotten ist das Ziel einer eifrig geförderten Propaganda.

Wie man aus der Preismitteilung, die vom japanischen Eisenbahnamt an die japanische Presse gegeben wurde, sieht, beträgt der Preisunterschied zwischen den eingeführten und den in Japan hergestellten Lokomotiven nur 15 %, also viel weniger als Verpackung, Land- und Seefracht, Versicherung und Einfuhrzoll (letzterer 26,50 Yen für 100 kg), die in den Preis der eingeführten Lokomotiven eingeschlossen sind, ausmachen. Das japanische Eisenbahnministerium berücksichtigt dabei allerdings nicht, dafs der Einfuhrzoll doch der japanischen Regierung zufällt, also bei einem Preisvergleich von dem Preise der eingeführten Lokomotiven abgezogen werden müfste.

Versuchsfahrten einer neuen elektrischen Lokomotive.

Vor einiger Zeit fand von Leipzig aus die erste Versuchsfahrt einer neuen, von der A. E. G., Berlin, gebauten, elektrischen Schnellzuglokomotive statt. Diese besitzt eine ungewöhnlich hohe Leistungsfähigkeit und kann bei einer Stundengeschwindigkeit von 110 km Schnellzüge mit 17 D-Zugwagen oder 68 Achsen anstandslos befördern. Diese Last entspricht bei einem mittleren Wagengewicht von 51,6 t einem Zuggewicht von etwa 900 t. Die Lokomotive entwickelt dauernd etwa 2400 PS und vorübergehend bis 4000 PS. Die Probefahrten, welche auf der Strecke Halle—Leipzig unter Anwesenheit von Vertretern der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, sowie der Reichsbahndirektionen Halle und München stattfanden, sind zu gröfster Zufriedenheit ausgefallen.

In allernächster Zeit werden zwei weitere, besonders leistungsfähige elektrische Lokomotiven durch die Siemens-Schuckertwerke und durch die Bergmann-Elektrizitätswerke geliefert.

Aufser diesen Schnellzuglokomotiven hat die Deutsche Reichsbahn auch noch sechs leistungsfähige Güterzuglokomotiven in Auftrag gegeben, welche bis 2100 t Wagengewicht oder etwa 60 bis 70 beladene Güterwagen befördern. Für diesen Güterzugbetrieb sind die Grofsraumgüterwagen von je 50 t Ladegewicht vorgesehen. E. H.

Elektrische Verschiebelokomotiven der Schweizerischen und Österreichischen Bundesbahnen *).

Diese sonst seltene Verwendungsart der elektrischen Zugförderung wurde in beiden genannten Ländern mit einigen Versuchslokomotiven bei gutem Erfolg eingeführt.

Die Schweizerischen Ausführungen, die im Jahre 1923 von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Verbindung mit der Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur geliefert wurden, sind $^3/_4$ gekuppelt und mit einem einzigen, über ein doppelseitiges Vorgelege mit federnden Ritzeln sowie Blindwelle und Schrägstangen arbeitenden Motor versehen. Die Dauer- bzw. Stundenleistung des Motors beträgt 575/690 PS (bei 29 km/h), seine für 15 Min. zulässige Spitzenleistung wird mit 875 PS angegeben. Mit Rücksicht auf den rauhen Betrieb wurden Rutschkupplungen eingebaut. Der in der Mitte angeordnete Führerstand gestattet ungehinderten Ausblick nach beiden Seiten und trägt die beiderseits angeordneten, beliebig wechselweise bedienbaren Steuerorgane. In den Vorbauten sind einerseits der hochgelagerte Motor, andererseits der besonders niedrig gehaltene Transformator, der auch 200 kW Heizstrom abgeben kann, untergebracht. Wegen seiner geringen Ausmafse trägt der Führerstand nur einen Stromabnehmer, der dafür mit zwei Wippen ausgerüstet ist. Die gröfste Anhängelast beträgt 630 t, das Eigengewicht wird mit 49 t angegeben und als verhältnismäfsig niedrig bezeichnet.

Die Österreichische Bauart scheint nach dem Vorbild der Schweizerischen Lokomotive entstanden zu sein und ähnelt dieser in allen wesentlichen Stücken; lediglich wurde bei nahezu gleicher Leistung und etwas gröfserem Eigengewicht statt der Laufachse eine vierte Kuppelachse vorgesehen. Die gröfste Anhängelast wird mit 600 t angegeben und kann auf einer Steigung von 7 $^0/_{00}$ mit 27 km/h befördert werden; die Höchstgeschwindigkeit beträgt 40 km/h, ein Wert, der übrigens auch von dem schweizerischen Vorbild mit 150 t Anhängelast erreicht wurde.

*) Vergl. die Schweizerische Bauzeitung 1927 Nr. 1, sowie 1925 Nr. 6.

Da für beide genannten Maschinenarten Nachbestellun gemacht wurden, so kann man annehmen, dafs sie sich im Bet bewährt haben. Leider fehlen jedoch in den angeführten Berich nähere Angaben hierüber sowie über den Einflufs der stofswei Belastung auf die Bahnstromnetze, die zweifellos als Nachteil elektrischen Verschiebebetriebes gebucht werden mufs. v. (

Die neuen Lötschberg-Lokomotiven Type 1 AAA-AAA 1.

Diese Maschinen, deren erste im Juni 1926 von der S.A. Ateliers de Sécheron an die S. B. B. zur Ablieferung kam, sind gesprochene Gebirgslokomotiven mit 50 km/h mittlerer und 75 k höchster Geschwindigkeit. Durch je drei Triebachsen in Verbind mit einer (Bissel-) Laufachse werden zwei kurzgekuppelte Drehgest gebildet, die über Zapfen (davon einer längsverschiebbar) un eine Tragrolle den Oberkasten tragen. Der Einzelachsantrieb durch Zwillingsmotore gebildet, deren Ritzel das Zahnrad e Hohlwelle treiben und über diese ihre Kraft auf die Triebr übertragen; der verhältnismäfsig sehr kleine Durchmesser der letzte (1350 mm) bedingte eine Sonderkonstruktion der beiderseits geordneten Kraftübertragungsfedern (drei Federpaare mit drei St punkten). Motore und Transformator sind fremdbelüftet, wofür Transformatorkasten besondere Kühlrohre vorgesehen sind (Sys Sécheron). Die Stundenleistung der Motore beträgt 4700 PS, w diese 24300 kg und während der Anfahrt sogar 34000 kg Zugk entwickeln können, auf den Triebradumfang bezogen. Die Steuer wird durch prefsluftbetätigte Schütze mit einer handbedien Auslöse-Nockenwelle, die eine einfache Sperrung feindlicher bindungen gestattet, gebildet und umfafst 24 Fahr- sowie 13 (Wi stands-)Bremsstufen. Bemerkenswert ist das aufserordentlich geri Gewicht von 31,4 kg/PS Stundenleistung. Die Maschine, die in aufgeführten Bericht als die leistungsfähigste und zugleich leichteste der Welt bezeichnet wird, soll sich im Betrieb auf bis 27 $^0/_{00}$ ansteigenden Strecke bestens bewährt haben. v. (

*) Vergl.: „Elektrische Bahnen 1927, Heft 2, S. 53 u. f. Schweizer Bauzeitung 1927, April.

Verschiedenes.

Die neuen elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft bestellte im Juni d. J. 88 elektrische Lokomotiven und 15 Triebwagen für ihre elektrisch betriebenen Strecken in Bayern, Mitteldeutschland und Schlesien. Damit für den Bau dieser Lokomotiven alle im elektrischen Zugbetrieb gesammelten Erfahrungen verwertet werden können, berief die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft in der vergangenen Woche die mit der Konstruktion betrauten Herren der Gruppenverwaltung Bayern und des Reichsbahn-Zentralamts, sowie aus allen Bezirken, die elektrischen Zugbetrieb aufweisen, die mit der Leitung des Lokomotivbetriebes und der Lokomotivausbesserung betrauten Sachbearbeiter zu einer Tagung zusammen. Diese fand Anfang Juli unter der Leitung des Sachreferenten für elektrische Zugförderung, Reichsbahndirektor Wechmann, statt. Auch waren diejenigen ausländischen Bahnverwaltungen, die wie die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft das Wechselstromsystem eingeführt haben, nämlich die Österreichischen Bundesbahnen, die Schweizerischen Bundesbahnen, die Schwedischen und Norwegischen Staatseisenbahnen sowie die schwedische Nordmark Klarälvens-Bahn gebeten, Vertreter zu entsenden, damit auch die Erfahrungen über den elektrischen Zugbetrieb auf mündlichem Wege zwischen den einzelnen Verwaltungen ausgetauscht werden konnten. Aus Schweden und Norwegen waren die Leiter der dortigen Bahnelektrisierung, Direktor Öfverholm, Stockholm und Direktor Schreiner, Oslo, erschienen. Die Schweizerischen Bundesbahnen hatten ihren Obermaschineningenieur Weiss und den Sektionschef Steiner entsandt. Als Vertreter der Österreichischen Bundesbahnen waren Ministerialrat Lorenz und mehrere andere Herren anwesend. In der verhältnismäfsig kurzen Zeit wurde in im ganzen 68 Referaten, an die sich lebhafte Debatten anschlossen, ein sehr wertvolles Material zusammengetragen; unter anderm wurden wichtige Beshlüsse bezüglich der Vereinheitlichung der elektrischen Lokomotiven ihrer Ausrüstungsteile gefafst.

Neue Reichsbahnbestellungen.

Nach dem zwischen der Reichsbahn und der neuen Wagenl vereinigung abgeschlossenen Vertrag hatten die 30 vereinig Wagenbauanstalten bis zum 30. Juni 1927 insgesamt 716 Perso und Triebwagen, 30 Gepäckwagen und 2141 Güterwagen für Gesamtpreis von 32 Millionen Mark an die Reichsbahn zu lief Diese Auftragserteilung bleibt jedoch hinter der Vorkriegszeit n sehr weit zurück, denn die preufsische Staatsbahn allein hatte das Sommerhalbjahr 1914 insgesamt 1300 Personen-, 450 Gep und 15000 Güterwagen bestellt. Die jetzt bestellten Personenwa entfallen zum gröfsten Teil auf Vierterklassewagen, eine Folge Abwanderung des Publikums aus den höheren Wagenklassen. vertragsschliefsenden Firmen sind 90 $^0/_0$ aller Reichsbahnaufträg den nächsten fünf Jahren zugesagt worden. Jedoch behält sich Reichsbahn vor, schon nach zwei Jahren von dem Vertrage zurü zutreten, wenn nicht bis dahin eine deutliche Senkung der Pr erzielt ist. Die Senkung der Herstellungskosten darf aber n durch Verringerung der Lohnsätze, sondern durch Verringerung Lohnstundenanteils herbeigeführt werden. Wenngleich diese Bestell auch für die Waggonindustrie und ihre Lieferanten ein erfreuli Zuwachs an Beschäftigung ist, so zeigt doch ein Vergleich mit letzten Bestellungen vor dem Kriege, dafs der Bedarf der Reichsb bedeutend zurückgegangen ist. Die Reichsbahn hofft, dafs die Wagg industrie durch Rationalisierung ihre Wettbewerbsfähigkeit im fr Inlandsgeschäft und auf dem Weltmarkt so stärken wird, dafs dort den Absatzmarkt findet, welchen die Reichsbahn z. Zt. n nicht zu bieten vermag. E. P

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
iftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 30. August 1927 Heft 16

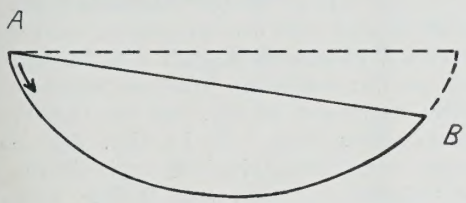
Die Weichenentwicklung an Ablaufbergen*).

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Bäseler, München.

Hierzu Tafel 32.

Über Ablaufberge ist in den letzten Jahren viel geschrieben en. Trotzdem scheint es, dafs gewisse einfache Tatsachen, an hierbei beachten mufs, wenig bekannt sind. Die wissenliche Methode hat die Erkenntnis der Tiefe nach zweifellos dert, aber der Breite nach eher gehemmt, weil ihre Anung für den Mann der Praxis zu umständlich ist.

Der Ablaufvorgang beruht auf einem bekannten Problem Mechanik. Wenn ein materieller Punkt unter dem Einflufs Schwerkraft von einem höher gelegenen Punkte A nach n tiefer gelegenen Punkte B abrollen soll (s. Textabb.), so



Darstellung des Ablaufvorganges.

es eine Kurve, auf der dies die wenigste Zeit erfordert. nennt sie die Brachistochrone (s. Föppl, Techn. Mechanik, IV, Seite 87 u. f.). Sie ist eine Zykloide. Sie fängt bei A lichst steil, d. h. senkrecht an, damit der materielle Punkt ell grofse Geschwindigkeiten bekommt. Sie ist bei grofser zontalentfernung immer durchgesenkt, d. h., sie hat vor B Gegensteigung, weil dann das mittlere flache Stück mit so gröfserer Geschwindigkeit durchlaufen wird.

Es ist also ganz folgerichtig, wenn Frölich das Steilil entwickelte. Die Gegensteigung hat Findeis auf dem schiebebahnhof Strashof bei Wien ausgeführt; im allgemeinen ut man sich davor, weil die Wagen u. U. zurücklaufen könnten; it Recht, ist einigermafsen zweifelhaft; es lassen sich einfache erungen dagegen treffen (Rücklauf-Entgleisungsweichen).

Dafs beim freien Ablauf ein möglichst geringer Zeitaufd für das Durchlaufen des Weges AB das Entscheidende erkennt man aus folgendem. Es soll so abgedrückt werden, am Gipfel alle zehn Sekunden ein Wagen abläuft. Wenn Wagen gleich schnell laufen würden, käme auch unten in r beliebigen Entfernung vom Gipfel und ganz unabhängig der Laufgeschwindigkeit an sich genau alle zehn Sekunden Wagen durch. Da sie aber verschieden laufen, braucht der mehr, der andere weniger Zeit, so dafs sie sich einholen und . die Weichen zwischen ihnen nicht mehr umgestellt werden nen. Die Strecke vom Gipfel bis zur letzten Weiche sei pielsweise 240 m, die mittlere Geschwindigkeit des Gutläufers der Strecke 6 m/Sek. Dann ist die Laufzeit $\frac{240}{6} = 40$ Sek.

ucht ein vorausgegangener Schlechtläufer 10% mehr, d. h. Sekunden, so wird zwischen Gutläufer und Schlechtläufer am le der Strecke statt des normalen Zeitunterschiedes von zehn unden nur ein solcher von $10 - 4 = 6$ Sek. sein. Nun wollen annehmen, das Profil sei flach statt steil entwickelt, so dafs der Gutläufer nur die halbe Geschwindigkeit (3 m/Sek.) habe, also die doppelte Zeit brauche $\left(\frac{240}{3} = 80 \text{ Sek.}\right)$. Ist der Schlechtläufer wieder um 10% schlechter, (in Wirklichkeit ist dann der Unterschied noch gröfser) so braucht er 88 Sekunden, verspätet sich also um acht Sekunden; für das Weichenumstellen blieben nur mehr $10 - 8 = 2$ Sek.

Es kommt hinzu, dafs der Wagen ja kein Punkt ist, sondern eine endliche Länge hat, und die Zeit, die er selbst zum Durchlaufen an einer bestimmten Stelle braucht, ist auch gröfser, wenn er langsam läuft. Aber entscheidend ist vor allem die obige Überlegung. Man braucht sich, um recht klar zu sehen, nur den äufsersten Fall vorzustellen, die Wagen würden am Ablaufberg losgeschossen. Es wäre gleich, ob sie die Rohrmündung mit einigen hundert oder einigen tausend Sekundenmetern verliefsen; das würde in 240 m Entfernung nur Unterschiede von einem Bruchteil einer Sekunde bedeuten, und diese wären bei zehn Sekunden Folge ohne Belang.

Aus obigem folgt weiter sofort, dafs die Gefahrstrecke so kurz als möglich sein mufs, weil auch mit ihrer Länge der schädliche Zeitunterschied wächst. Die letzten Weichen müssen also so nahe als möglich am Berg liegen.

Diese Aufgabe ist eine rein geometrische. Nehmen wir an, die Gruppe habe 45 Gleise. Wir setzen an der frühesten Stelle — man rechnet heute 15 m unter dem Gipfel — die erste Weiche an und gehen mit dem zulässigen Mindesthalbmesser so schnell als möglich nach beiden Seiten auseinander. Dann ergibt sich — unter Vernachlässigung von Kleinigkeiten — ein Gleisbild nach Abb. 1, Taf. 32. Diese Form ist gegeben und an ihr ist nichts zu ändern. Es fragt sich nun, wo der letzte Merkpfahl liegen darf.

45 Gleise haben 44 Zwischenräume. Der Gleisabstand am Merkpfahl ist 3,5 m; 44 . 3,5 m sind 154 m. An der Stelle, wo quer über die Gruppe und etwas im Bogen gemessen, eine Breite von 154 m vorhanden ist, können also alle Gleise frei entwickelt sein; weiter hinab darf kein Merkpfahl liegen. Diese Stelle liegt in unserem Beispiel 189 m vom Gipfel entfernt.

Die üblichen Weichenentwicklungen entsprechen dem nur sehr unvollkommen. Einzelne Gleise zweigen schon früh ab, laufen mit ihrer ganzen Nutzbreite von 4,5 m durch und nehmen dadurch den später abzweigenden den Platz weg, sodafs deren Abzweigungspunkte sich noch weiter hinausschieben. Freilich läfst sich das Ideal nicht immer erreichen, wie man an den späteren Beispielen bemerken wird; aber es ist nötig, das Hauptziel festzustellen.

Wenn man Gleisbremsen verwendet, ändert sich das Schema etwas, aber nicht wesentlich. Wir müssen uns zunächst über die Lage der Gleisbremsen klar werden.

Wenn man in der Ablaufstrecke Bremsen einschaltet, so kann man ihnen zweierlei Aufgaben zuweisen, nämlich

1. auf Abstand oder
2. auf Laufweite

zu regeln.

Nachdem, wie wir gesehen haben, steiles Gefälle die Einhaltung des Abstandes schon ziemlich gut sichert, braucht man

*) Vergl. hierzu auch Schulz, V. W. 1926 Nr. 26.

Bremsen für diesen Zweck nicht, so lange man bei mäfsigen Wagenfolgen, d. h. langsamer Abdrückgeschwindigkeit bleibt (0,5 bis 0,8 m/Sek.). Die Bremsen sollen deshalb zur Regelung auf Laufweite dienen, damit die Wagen möglichst genau an der gewünschten Stelle des Richtungsgleises zum Halten kommen. Wenigstens ist das die bisherige Theorie.

Das Natürlichste wäre in diesem Falle ohne Frage, in den Anfang jedes Richtungsgleises eine Bremse zu legen. In der Tat sind die Franzosen mit ihren billigen Hemmschuhbremsen auf dem Bahnhof Bordeaux diesen Weg gegangen (Organ 1927, Heft 7, Seite 137). Bei hemmschuhlosen Bremsen geht das aus wirtschaftlichen Gründen einstweilen nicht. Man mufs also etwas nach dem Berg rücken, aber so wenig als möglich; man kommt dann auf ein Schema, wie es in Abb. 3, Taf. 32 dargestellt ist.

Die Grundlagen dieser Gleisentwicklung hat auch Frölich gefunden. Man »büschelt« die Gleise. Je mehr Gleise an einer Bremse hängen, um so länger wird der schädliche Weg hinter der Bremse. In Hamm sind Gruppen von acht bis neun Gleisen gewählt.

Entscheidend wird hier die Frage, wie lang der schädliche Weg, also die Entfernung vom Ende der Gleisbremse bis zum letzten Merkpfahl, sein darf. In Hamm sind es bis 153 m; allerdings brauchen — aus gleich zu besprechenden Gründen — die letzten Weichen nur selten umgestellt zu werden. Ein Fachmann hat kürzlich 100 m gefordert; ich halte das für Weichen, die öfters umgestellt werden, schon für das Äufserste. Die nachfolgenden Untersuchungen rechnen mit diesem Mafs. Läfst es sich nicht einhalten, oder mufs es gar noch überschritten werden, so mufs man die Zahl der an eine Bremse angeschlossenen Gleise verringern; dadurch erhöht sich aber die Zahl der Bremsen und damit der Kostenaufwand. Die Kunst der Gleisentwicklung wird es sein, mit möglichst wenig Bremsen auszukommen, und trotzdem nur kurze schädliche Wege zu bekommen. Wie man das macht, läfst sich schwer allgemein beschreiben; die nachfolgenden Abbildungen sollen einen Anhalt geben.

Wie schädlich der Weg hinter der Bremse ist, wenn man ernstlich auf Laufweite bremsen will, ist wenig bekannt. Nehmen wir einen Gutläufer mit Rückenwind (Widerstand 1 ‰), der in der Spitze des — gefüllten — Richtungsgleises zum Halten kommen soll. Er braucht für 100 m Weg noch $\frac{100}{1000} = 0{,}1$ m Geschwindigkeitshöhe, wenn das Gleis hinter der Bremse horizontal ist. Das entspricht einer Auslaufgeschwindigkeit aus der Bremse von nur $\sqrt{2gh} = \sqrt{20 \cdot 0{,}1} = 1{,}4$ m/Sek. Der Wagen würde für das kurze Stück über zwei Minuten benötigen, was bei einer dichten Wagenfolge natürlich unmöglich ist. (Praktisch hilft man sich heute so, dafs man solche Wagen eben nicht auf Laufweite abbremst, sondern durch den Hemmschuhleger auffangen läfst.)

Aus dieser Tatsache folgen sehr wichtige Dinge, die teilweise in den bisherigen Veröffentlichungen noch wenig zum Ausdruck gekommen sind. Zunächst die schon von Frölich betonte Notwendigkeit, hinter der Bremse die Gleise wenigstens horizontal zu legen; sonst wird eben bei einem Gutläufer ein Abbremsen auf Ziel u. U. überhaupt unmöglich (das theoretisch Richtige ist unbedingt, wie oben erwähnt, die Gegensteigung; die Frage bedarf noch sehr genauer Prüfung). Die Schwierigkeiten werden in dieser Hinsicht sehr grofs werden, sobald wir häufiger Wagen mit Rollenlagern bekommen.

Es liegt nahe, die Frage zu stellen, wie sich denn die Praxis zu dieser Schwierigkeit stellt. Wir haben ja heute den Bahnhof Hamm und können am Objekt studieren. Es mindert die dort vollbrachte Leistung nicht, wenn im nachstehenden versucht wird, herauszuschälen, was sie eigentlich beweist.

Abb. 2, Taf. 32 zeigt den Ablaufkopf in Hamm. schwarz ausgefüllten Weichen stellen sich selbsttätig.

Das Besondere an den Hammer Verkehrsverhältnissen dafs jeder ankommende Zug nur verhältnismäfsig we Richtungen führt. Nach den Rangierzetteln sind es se mehr als acht bis zehn, höchstens zwölf. Von den 33 Richtungsgle werden also jeweils nur ein Drittel bis ein Viertel gebrau Nun geben die selbsttätigen Weichen allein schon acht scheidungen, und die Benutzung der Richtungsgleise ist geregelt, dafs die vorzunehmenden Trennungen immer ge auf diese Weichen fallen. Es brauchen daher eigentlich vor Beginn jedes Ablaufs die hinteren Weichen auf das jev benötigte Gleis eingestellt zu werden. Selten wird wäh des Ablaufs noch eine Weiche von Hand bewegt, eine sache, die den Besucher zunächst am meisten überras Die Erkennung und geschickte Benutzung dieser Verhältn ist ohne Zweifel die besondere Leistung, die zu den Erfo der Hammer Anlage geführt hat. Man wird aber — den Erbauern selbst *) — die Frage stellen müssen, wie die Verhältnisse von Hamm als typisch angesehen we dürfen. Sicher werden wir viele Fälle finden und noch bekommen, wo man mit so wenigen Ausscheidungen nicht kommt, und wo es auch nach dem gegebenen, nicht zu änder Benutzungszweck der Gleise nicht möglich ist, die Ausscheidu hauptsächlich an den vordersten Weichen vorzunehmen.

Besonders interessant ist nun, was aus dem Vorerwäh für den Ablauf selber folgt. Es ist klar, dafs die wen Ausscheidungen den freien Ablauf sehr erleichtern. Da hi der Bremse meistens nur noch eine Weiche kommt, ist Gefahrzone hinter der Bremse praktisch nur 45 m Man sollte meinen, eine so geringe Entfernung könne nennenswert stören. Der Augenschein zeigt das Gege

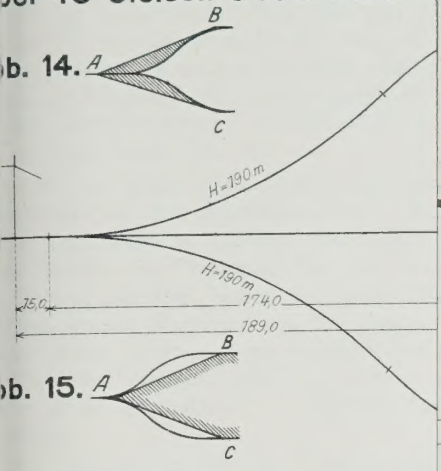
Bekanntlich bringt es Hamm auf sehr hohe Leistun nämlich Wagenfolgen von sechs bis sieben Sekunden. Es erweist nun als einigermafsen schwierig, bei so dichter Folge noch die Laufweite Rücksicht zu nehmen; die Bremswärter h schon damit zu tun, den Abstand einzuhalten. Das ihnen um so schwerer, als sie ja alle Wagen abbremsen, geringe Geschwindigkeit hinter der Bremse anwe müssen, sonst bliebe bei dem hohen Berg ihre Geschwi keit zu grofs und die Wagen müfsten in den Richtungsgl mit Hemmschuhen aufgefangen werden, was gerade vermi werden soll.

Praktisch wirkt sich das so aus, dafs viele Wagen in Mitte der Richtungsgleise oder noch weiter vorn zum St kommen; Lücken von mehreren 100 m Länge sind keine Se heit. Das hängt nicht mit der grundsätzlichen Schwierig zusammen, die Laufweite mit einer Reibungsbremse gena regeln; der Fehler ist viel gröfser. Es sind auch nicht Schlechtläufer, die man bei den praktisch möglichen Bergh nie bis an das Ende der Richtungsgleise treiben kann, son es sind Gut- und Mittelläufer, die wegen der Abstan haltung abgebremst werden mufsten.

Dieses Ergebnis hat übrigens nicht überrascht; es is betont worden, dafs man bei hohen Leistungen nicht glei zeitig Abstand halten und auf Laufweite regeln kö solange die Bremsen nicht in der Spitze der Richtungsg liegen. Die beiden Forderungen widersprechen sich Überrascht hat nur, dafs sich dieser Widerspruch selbst u so aufsergewöhnlich günstigen Verhältnissen so stark bemer macht. Man hätte erwarten dürfen, nachdem Hamm Abbremsung nach der Laufweite angelegt und alle Einrichtu (Benachrichtigung über den Füllungsgrad der Gleise) getroffen waren, dafs das Ziel näherungsweise erreicht wi Statt dessen ist die Abbremsung auf Laufweite praktisc gut wie aufgegeben.

*) Vergl. Wagner, Verk. Woche 1927, Nr. 28.

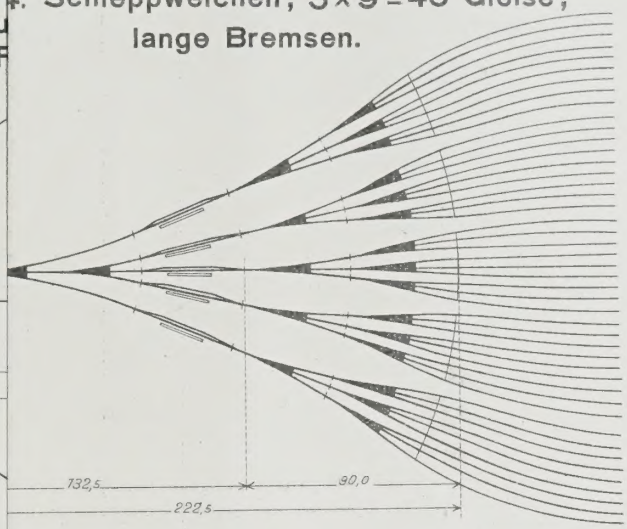
Abb. 1. Äußerster vom Ablau
bei 45 Gleisen erreichbarer F



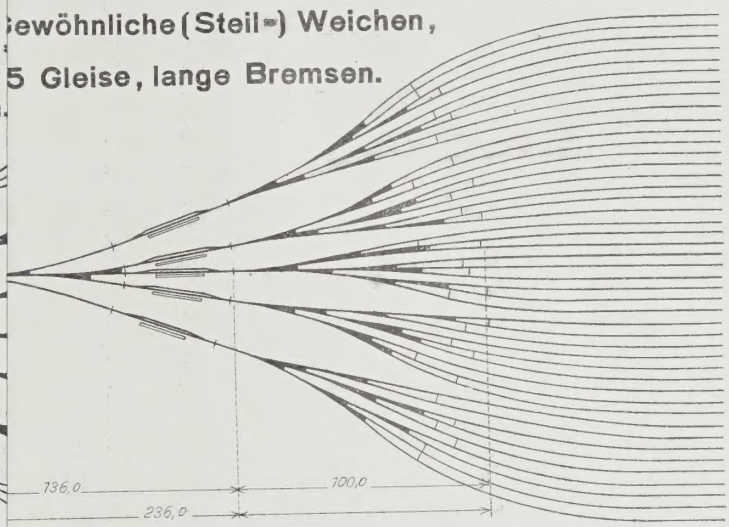
b. 14.

b. 15.

4. Schleppweichen, 5×9=45 Gleise,
lange Bremsen.



ewöhnliche (Steil-) Weichen,
5 Gleise, lange Bremsen.



bb. 5. Schleppweichen, 7×7
lange Bremsen.

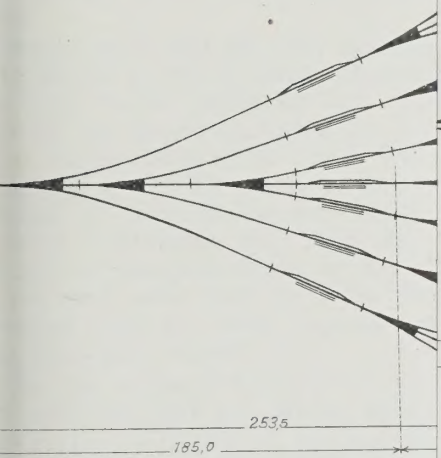
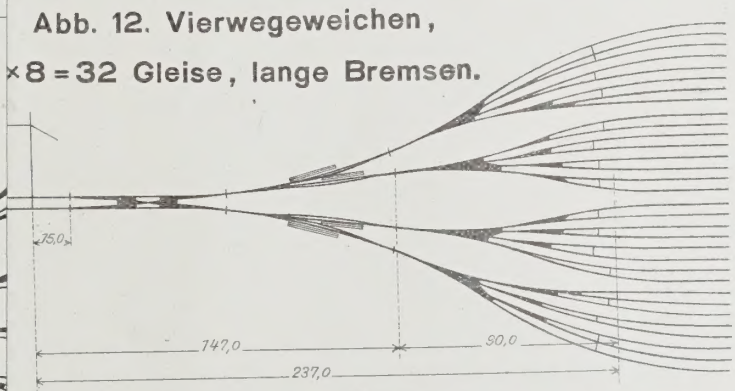


Abb. 12. Vierwegeweichen,
×8=32 Gleise, lange Bremsen.



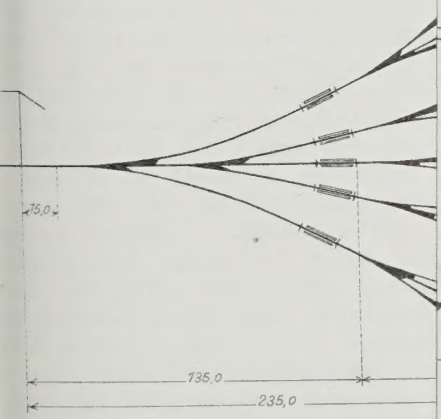


Abb. 13. Vierwegeweichen,
×8=32 Gleise, lange Bremsen.

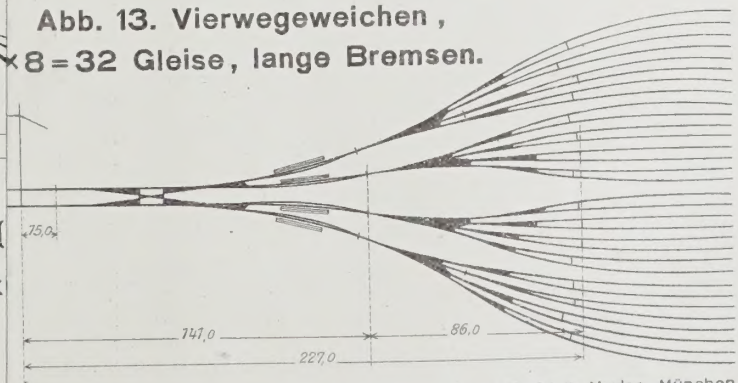


Abb. 9. Gewöhnliche (
5×9=45 Gleise, k

C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Die Weichenentwicklung an Ablaufbergen.

Abb. 1. Äußerster vom Ablaufberg bei 45 Gleisen erreichbarer Raum.

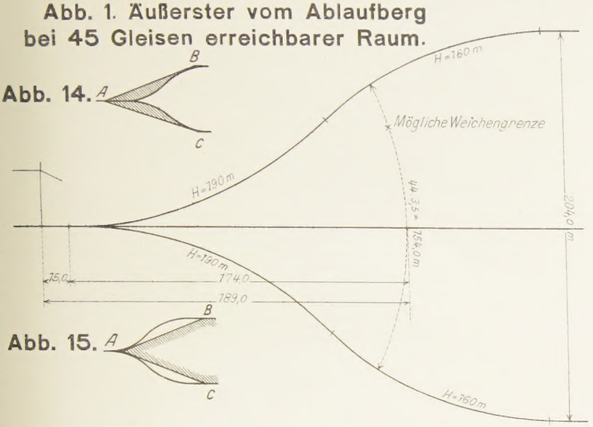


Abb. 2. Ablaufberg in Hamm, 33 Gleise.

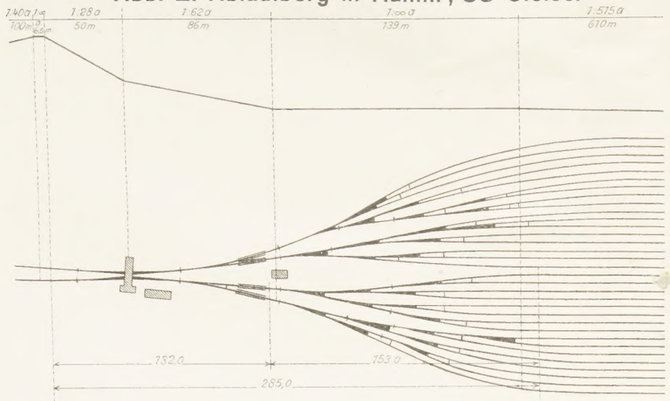


Abb. 3. Schleppweichen, 5 × 9 = 45 Gleise, kurze Bremsen.

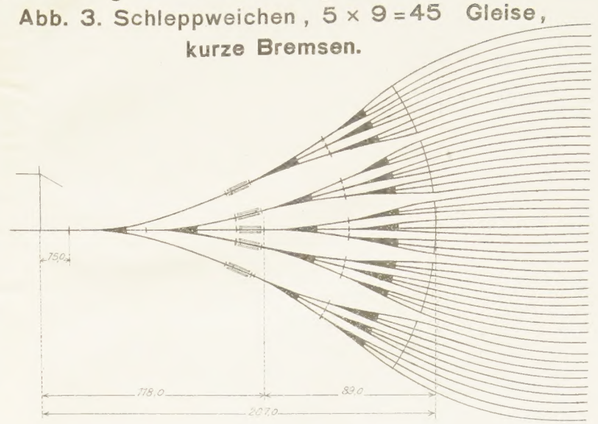


Abb. 4. Schleppweichen, 5×9 = 45 Gleise, lange Bremsen.

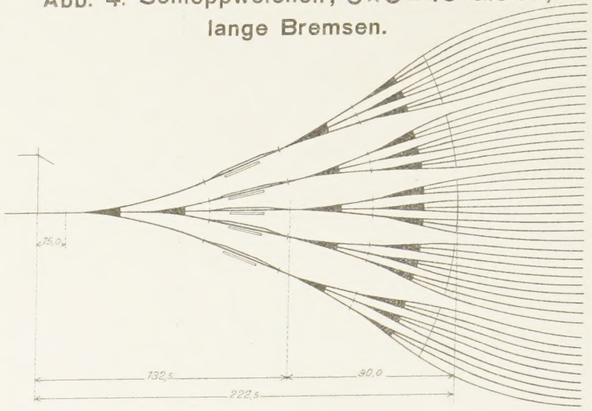


Abb. 5. Schleppweichen, 7×7 = 49 Gleise, lange Bremsen.

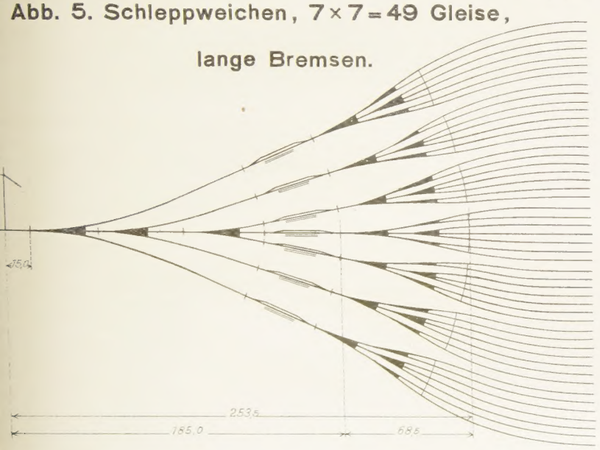


Abb. 6. Schleppweichen, vorgezogene Flügel, 5×9 = 45 Gleise, kurze Bremsen.

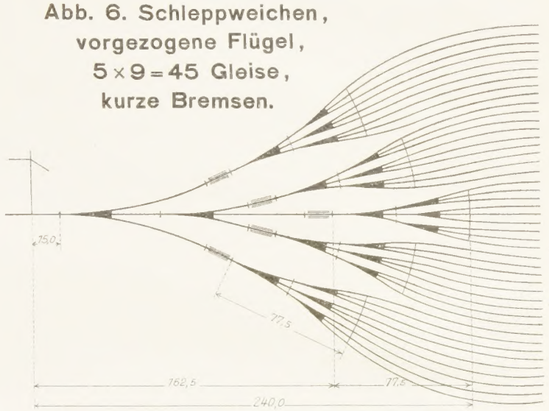


Abb. 7. Schleppweichen, 5×14 = 70 Gleise, lange Bremsen.

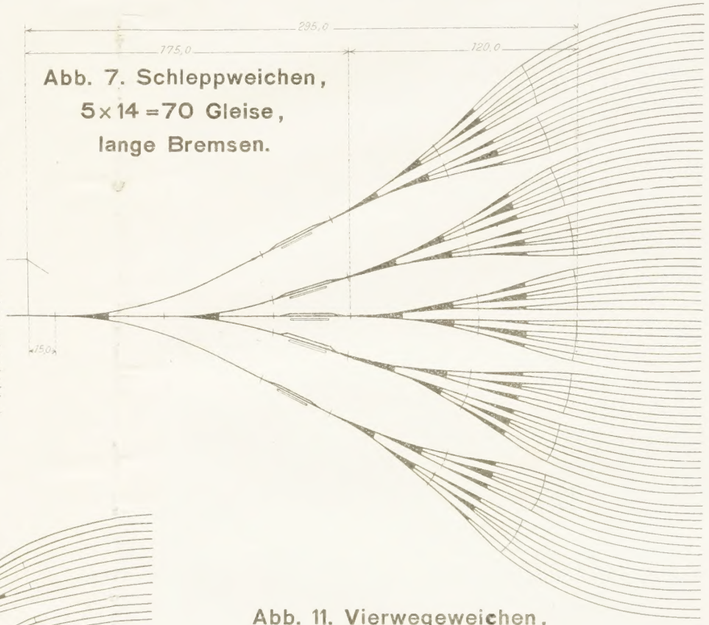


Abb. 8. Gewöhnliche (Steil-) Weichen, 5×9 = 45 Gleise, lange Bremsen.

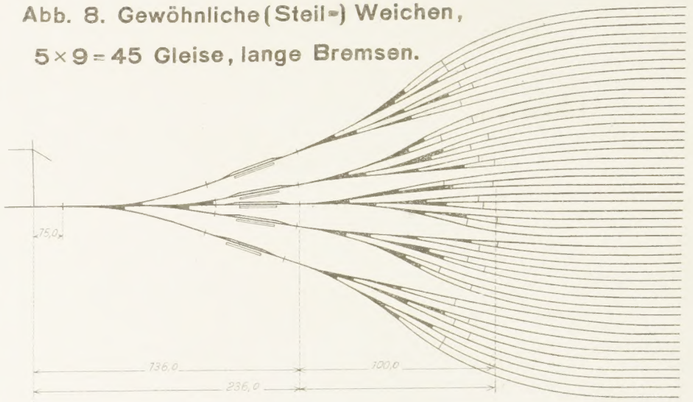


Abb. 9. Gewöhnliche (Steil-) Weichen, 5×9 = 45 Gleise, kurze Bremsen.

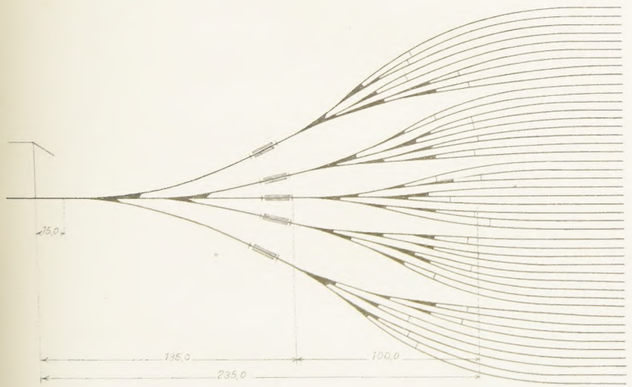


Abb. 10. Anlage von Umfahrungsgleisen für den Berg. Steilweichen, 5 × 9 = 45 Gleise, kurze und lange Bremsen.

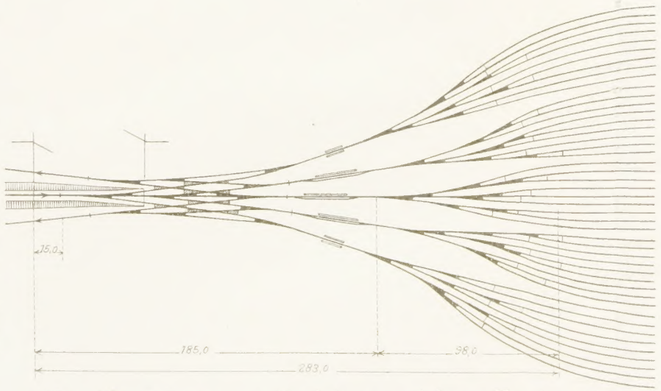


Abb. 11. Vierwegeweichen, vorgezogene Flügel, 5×8 = 40 Gleise, kurze Bremsen.

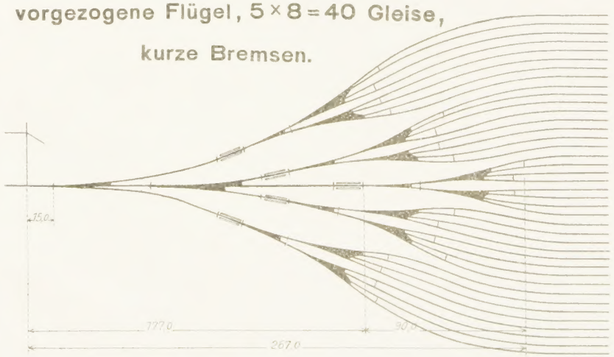


Abb. 12. Vierwegeweichen, 4×8 = 32 Gleise, lange Bremsen.

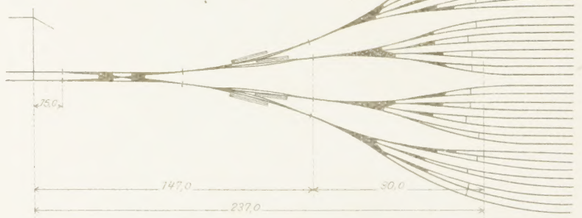
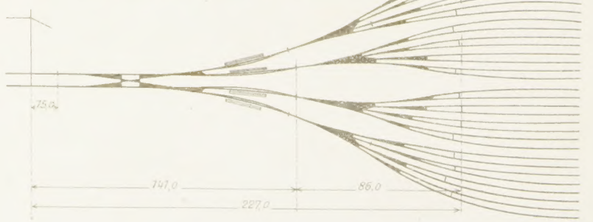


Abb. 13. Vierwegeweichen, 4×8 = 32 Gleise, lange Bremsen.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

Das ändert nichts daran, dafs die tatsächliche Lösung in n auch ihre Vorzüge hat, namentlich, sobald die Mittel Zusammenholen entsprechend ausgebildet sind. Die Lösung sich so aussprechen: Man läfst die Wagen dicht laufen, st sie so vor, dafs sie in den Richtungsgleisen im allgemeinen aufgefangen zu werden brauchen, sondern früh zum Stehen nen, und benutzt die Bremse gleichzeitig, um den Abstand geln, wenn es gelingt, auch die Laufweite. Das Zusammen- ist eine Sache für sich.

Damit ist keineswegs gesagt, dafs man die Abbremsung aufweite an sich aufgeben müsse. Man mufs dann eben die Wagenfolge vermindern, damit man hinter der Bremse spielraum« zur Verfügung hat und ohne Einholgefahr den Wagen, der weit laufen soll, schneller, den andern, der einen kurzen Weg vor sich hat, langsamer aus der Bremse ssen kann. Für so viele Anlagen, von denen keine allzu Leistung verlangt wird, ist diese — bisher von der rie allein verfochtene — Lösung durchaus angemessen richtig.

Wir halten also für die Gleisentwicklung fest, dafs man der heutigen Lage der Bremsen im Betrieb Kompromisse efsen mufs, dafs aber einstweilen nichts anderes übrig bleibt, ge bei uns genügend billige Bremsen noch nicht entwickelt und dafs jedenfalls die Gleise gebüschelt und die schäd- n Strecken hinter der Bremse so kurz als möglich sein en.

Daraus ergibt sich das schon genannte Grundschema nach 3, Taf. 32. Es sind 45 Gleise vorhanden, die in fünf Gruppen e neun Gleisen gebüschelt sind. Die ganze Länge vom el bis zum letzten Merkpfahl ist 207 m, vom Ende der ase bis ebendahin 89 m. Auch bei der Einfügung von sbremsen gibt es für die ganze Gruppe eine Grenze, über hinaus die letzte Weiche nicht zu liegen braucht und in- dessen nicht liegen soll. Aber das gleiche Gesetz gilt und in besonderem Mafse für das einzelne Gleisbüschel, man wird, wenn man die zweite Forderung erfüllt, im emeinen auch der ersten so nahe kommen, wie es unter en Umständen möglich ist.

Um eine möglichste Kürze hinter der Bremse zu erzielen, es wesentlich, dafs das einzelne Büschel in sich möglichst metrisch entwickelt ist, was namentlich bei den Büscheln Rande manchmal Schwierigkeiten macht. Nötig ist dazu, die Gleisbremse ziemlich genau auf die Mitte des hels zielt.

Die Weichen in Abb. 3, Taf. 32 sind symmetrische Doppel- hen. Sie geben die günstigsten Gleisformen und werden im land als sogenannte dreischlägige Weichen viel verwendet. Bei sind sie wegen der schwierigen Zungenausbildung nicht beliebt. steht aber gar nichts im Wege, sie als Schleppweichen ubilden, wobei sie sehr einfach werden; das sonst geltende enken gegen Schleppweichen, dafs bei unrichtigem Einstellen Befahren von der Wurzel her Entgleisen auftritt, fällt weg, da sie immer an der Spitze befahren werden *). rigens läfst sich die Entgleisungsgefahr auch durch Auf- stücke beseitigen.) Solange solche Weichen noch nicht gebildet sind, müssen wir unsere jetzigen Weichen ver- den; die neuen Steilweichen, mit deren Einführung in ze gerechnet werden kann, erleichtern die hier vorliegende gabe manchmal, nicht immer. Beispiele dazu folgen weiter en, doch sollen die Hauptgrundsätze der Gleisentwicklungen Hand von Schleppweichen besprochen werden, weil diese besonders klares Bild geben. Praktisch mufs man sich die eigten Bilder einstweilen in gewöhnliche Weichen übersetzen.

*) Der Vorschlag, für Ablaufberge wieder Schleppweichen ein- hren, stammt von dem Sicherungsreferenten der R. B. D. München, . R. Beckh.

In Abb. 3, Taf. 32 fällt mancherlei auf, was besprochen werden mufs. Zunächst, dafs erhebliche Gegenkrümmungen darin enthalten sind. Diese lassen sich aber nicht vermeiden; jeder Versuch, sie zu umgehen, führt zu einer bedeutenden Vergröfserung der schädlichen Länge, was noch viel nachteiliger ist. Man mufs den Gegenkrümmungen durch entsprechend geringere Abbremsung Rechnung tragen. Zweitens fällt die schlechte Platzausnützung auf, die mit den Gegenkrümmungen und dem Büschelsystem eng zusammenhängt. Das ganze Spitzendreieck der Gleisgruppe enthält fast keine nutzbare Gleislänge. Auch das ist unvermeidlich.

In Abb. 3, Taf. 32 sind kurze Bremsen von 10 m Länge gewählt. Meistens sind die Bremsen länger, zumal es bei manchen Bauarten von Vorteil sein kann, ein Umfahrungsgleis anzulegen, weil dadurch Einrichtungen entfallen, die sonst zum Absenken der Bremse für Lokomotivfahrten nötig sind. Weil die langen Einzelgleise sowieso vorhanden sind, ist es nur nötig, ein entsprechendes Stück in die Gerade zu legen; die ganze Entwicklung wird dadurch nur um 15,5 m länger (s. Abb. 4, Taf. 32), hinter der Bremse ändert sich gar nichts.

In Abb. 5, Taf. 32 sind mit sieben Gleisbremsen 49 Gleise entwickelt, so dafs auf eine Bremse nur sieben Gleise entfallen. Man sieht, dafs die schädliche Länge erheblich sinkt, nämlich auf 68,5 m.

Man ist bei Büschelbildung nicht unbedingt darauf angewiesen, alle Bremsen und Büschelspitzen in gleicher Entfernung vom Berg zu legen, wie es bei den vorhergehenden Beispielen der Fall ist. Man kann, wenn man beispielsweise die Mittelgruppe zurückschiebt, die Randgruppen heranziehen. Allerdings wird dann bei der Mittelgruppe die Länge vor der Bremse gröfser, was aber bis zu einem gewissen Grade erträglich ist. Nachteilig ist bei dieser Anordnung, dafs längere Strecken der Randgruppen gekrümmt sind. Vorteilhaft gegenüber der vorhergehenden Anordnung ist dagegen, dafs die schädliche Länge von 89 m (vergl. Abb. 3, Taf. 32) auf 77,5 m sinkt und dafs, da die mittlere Ablauflänge 200 m beträgt, immerhin $(207 - 200) \times 45 = 315$ m nutzbare Gleislänge gewonnen werden. Es liegt auf der Hand, dafs hier noch reizvolle Aufgaben für den Spurplanbildner vorliegen, die in diesem Zusammenhang nur angedeutet werden können.

In Abb. 7, Taf. 32 sind 5×14 Gleise entwickelt. Bei 14 Gleisen in einer Gruppe wird die schädliche Länge schon 120 m.

Abb. 8 und 9, Taf. 32 zeigen die Übersetzung dieser Gestaltungsgrundsätze in unsere gewöhnlichen (Steil-) Weichen.

Abb. 10, Taf 32 zeigt, dafs man bei solchen Gleis entwicklungen, wenn es nötig ist, aus allen Gleisen oder Gleisgruppen am Berg vorbei ausfahren kann.

Abb. 11, Taf. 32 zeigt eine Entwicklung 5×8 mit nur Vierwegeweichen nach Vogel*). Was diese Weichen unter Umständen leisten können, sieht man deutlich an der Abb. 12 und 13, Taf. 32, die den Ablaufkopf in Hamm (4×8) mit diesen Weichen nachbilden. Die schädliche Länge, in Hamm 153 m, geht auf 90 m oder gar 86 m zurück. In Abb. 12, Taf. 32 sind auch die Umfahrungsgleise der Gleisbremsen aus einer Vierwegeweiche entwickelt.

Interessant ist auch ein Vergleich der Entwicklung XI mit denen auf Abb. 12 und 13, Taf. 32, denn durch die vorgezogenen Flügel ist diese Anlage als leistungsfähiger anzusprechen als die beiden andern. Die schädliche Länge ist die gleiche, die mittlere Gesamtlänge vom Ablaufkopf bis zum Merkpfahl ist 216 m, also um 11 oder 21 m kürzer; dabei werden 40 Ausscheidungen von nur einem Stammgleis gegenüber 32 aus zwei Stammgleisen erzielt. Allerdings sind erheb-

*) Vergl. „Wirtschaftliche Gestaltung der Weichen und Gleisverbindungen.“ Sonderdruck im Verlag der „V.W.“

liche Gegenkrümmungen zu überwinden, die bei den Abb. 12 und 13, Taf. 32 fortfallen.

Wie steht es nun mit der tatsächlichen Anwendung solcher Gleisformen? Wir sahen, dafs sie durchaus notwendig sind, wenn die einander widersprechenden Aufgaben des jetzigen Gleisbremsenbetriebes zu einem leidlich befriedigenden Ausgleich gebracht werden sollen. Bei Neuanlagen ist man frei, sie zu verwenden; hingegen ist ebenso deutlich, dafs ihr Einbau bei älteren Anlagen keineswegs sehr leicht ist. Wir wollen einmal absehen von der Erhöhung des Berges, die oft schon erhebliche Schwierigkeiten macht. Am störendsten ist, dafs die älteren Anlagen meistens nicht, wie es die Gleisbremse erfordert, schnell in die Breite gehen, sondern spitz entwickelt sind. Es ist billig, in solchem Falle zu sagen, die Anlage ist eben falsch und mufs geändert werden. Die Anlage ist nun einmal da und es wird Aufgabe der Rangiertechnik sein, auch dafür Lösungen zu finden.

Falls man sich zum Umbau entschliefst, so hat man zwei Wege. Ist das Dreieck ABC der Umrifs der bestehenden Entwicklung, so kann man den Berg in die Gruppe schieben (Abb. 14, Taf. 32). Da das aber oft einen Verlust von hundert, wenn nicht einigen tausend Metern Gleis bedeutet, das nur sehr selten in Frage kommen. Oder man geht bei A in die Breite (Abb. 15, Taf. 32). Das ist das Ric wenn der Platz zur Verfügung steht. Wo das aber nicht weil er, wie so häufig, bebaut ist, da ist die Gleisbremsenl unverwendbar. Ein Beispiel ist Seddin, wo die letzten We ziemlich weit vom Berg liegen und die Gleisbremse in dessen ihre eigentliche Tätigkeit gar nicht entfalten kan

Es wird die wichtigere und sehr viel schwierige Au der Rangiertechnik sein, Lösungen für die zahlreichen zu finden, wo die sehr entfernten Weichen aus örtlichen Gr nicht an den Berg herangeholt werden können. Es auch nicht übersehen werden, dafs wir wahrscheinlich kommen werden, gleich im ersten Verschiebegang soviel scheidungen vorzunehmen, wie irgend möglich, z. B. unmit Stationsgruppen zu bilden. Dann brauchen wir sehr wenn auch kurze Sammelgleise, und diese lassen sich mehr an einen Berg anschliefsen, wenn man nicht zuläfst die letzten Weichen erheblich weiter abliegen als die e

Versuche mit Hochofenstückschlacke als Gleisbettungsstoff.

Von Prof. **H. Burchartz** und Dipl.-Ing. **G. Saenger**.

(Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.)

Hierzu Tafel 33.

A. Anlafs zu den Versuchen und Zweck derselben.

Der seinerzeit von dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten gebildete »Ausschufs zur Untersuchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacke zu Betonzwecken*)« hat am 25. Januar 1917 u. a. über die Aufstellung von Richtlinien für die Herstellung und Lieferung von Hochofenschlacke zur Verwendung als Eisenbahnschotter beraten. Hierbei wurde zum Ausdruck gebracht, dafs es nach den damals vorliegenden Erfahrungen nicht möglich sei, bereits zu einem abschliefsenden Urteil über die Bewährung von Hochofenschlacke für solche Zwecke zu kommen. Die Beurteilung war bei der bei den Eisenbahndirektionen vorgenommenen Rundfrage sehr verschieden ausgefallen, was darauf schliefsen lasse, dafs es geeignete und ungeeignete Schlacke gebe.

Herr Oberbaurat Lauer hat daher vorgeschlagen, dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten die Anlage von Versuchsstrecken zu empfehlen, um das Verhalten der verschiedenen Schlackensorten studieren zu können. Allerdings müfsten sich diese Versuche auf Jahre hinaus erstrecken, da das Studium der Frage des Zementierens der Gleisbettung und des Rostens des Oberbaues viel Zeit erfordern würde. Es wurde daher angeregt, gleichzeitig Laboratoriumsversuche auszuführen, die in kürzerer Zeit Ergebnisse erwarten liefsen als die praktischen Versuche. Es wurde beschlossen, einen Unterausschufs zu bilden, der einen Arbeitsplan aufstellen sollte. In Ausführung dieses Beschlusses legte der Unterausschufs folgenden Plan vor:

1. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute wird diejenigen Hochofenwerke bezeichnen, deren Schlacke zu den Versuchsstrecken verwendet werden soll. Hierbei kommt es in erster Linie auf Wetterbeständigkeit an, wofür in Ermangelung eines geeigneten Prüfungsverfahrens die Erfahrung mafsgebend sein wird. Im übrigen werden bei der Auswahl der Rohschlacke und der Anfertigung des Schotters die neuaufgestellten Richtlinien zu beachten sein.

Die vom Verein ausgewählten Werke müssen im komm Frühjahr den Schlackenschotter für die Versuchsstrecke etwa 2000 cbm) nach näherer Vereinbarung an die zustän Eisenbahndirektionen liefern, ferner von dem gleichen Grun eine zur Anstellung von Versuchen bestimmte kleine M an das Königliche Materialprüfungsamt Ber Lichterfelde senden, endlich dafür sorgen, dafs Ergänz schotter zur Unterhaltung der Versuchsstrecken in gleicha Beschaffenheit nachgeliefert werden kann.

2. Der Herr Minister der öffentlichen Arbe wird um Bezeichnung und Anweisung derjenigen Direkt zu bitten sein, welche die Versuchsstrecken einrichten s Diese sind aus den im kommenden Jahre ohnehin plann zum Umbau kommenden Gleisstrecken derartig auszuwä dafs je ein Kilometer in der sonst verwendeten Bettung ein Kilometer in Schlackenschotter verlegt werden. Von b Vergleichsstrecken erhält wieder je die Hälfte eiserne hölzerne Schwellen.

Im übrigen sollen die Versuchsstrecken in ihrer Gesam möglichst alle vorkommenden Verhältnisse umfassen, also H und Nebenbahnen, schweren, mittleren und leichten Ver Dammstrecken, trockene und quellige Einschnitte, auch übergänge und Zwischenbahnsteige, bei denen der Schott an die Schienenköpfe reicht. Auch wird der Schlackensch unter Weichen zu erproben sein.

Um eine geeignete Auswahl zu ermöglichen, wird es empfehlen, dafs die Direktionen verschiedene Strecken genauer Angabe der Betriebs- und örtlichen Verhäl vorschlagen.

Das Königliche Materialprüfungsamt legte daraufhin Arbeitsplan für die in Aussicht genommenen Laborator versuche vor. Mit Erlafs vom 9. Mai 1917 genehmigte Herr Minister der öffentlichen Arbeiten diesen Plan und auftragte die Eisenbahndirektionen, Versuchsstrecken au geeignet geltenden Hochofenschlacken und zum Verg auch solche mit natürlichen Gesteinen anzulegen, und ver unter Hinweis auf den Arbeitsplan des Materialprüf amtes die Einsendung von Schlacken- und Bruchsteinsch an das Amt.

*) Über den Anlafs zur Gründung des Ausschusses und über dessen Zusammensetzung siehe näheres: Burchartz und Bauer, Versuche mit Hochofenschlacke, Mitt. a. d. Kgl. Materialprüfungsamt 1916, S. 157 u. f.

Zum Aufsatz: Versuche mit Hochofenstückschlacke als Gleisbettungsstoff.

Abb. 1.
rstellung der Ergebnisse der fung auf Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der opfhacke nach Übersicht 7.

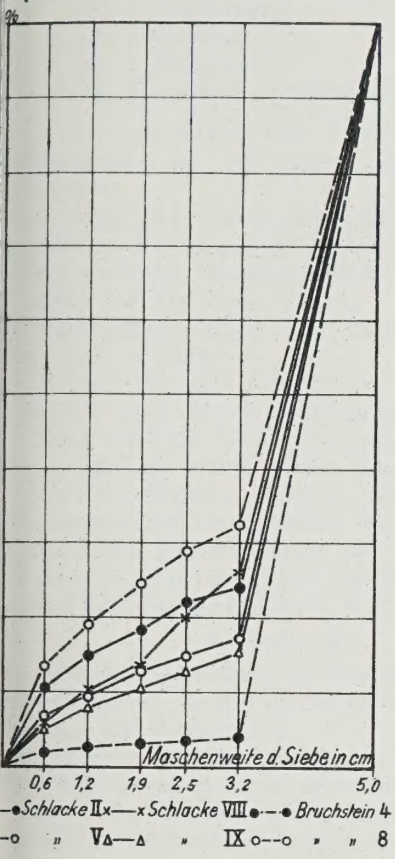


Abb. 2.
Darstellung der Ergebnisse der Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen stoßweise Druckbeanspruchung nach Übersicht 7.

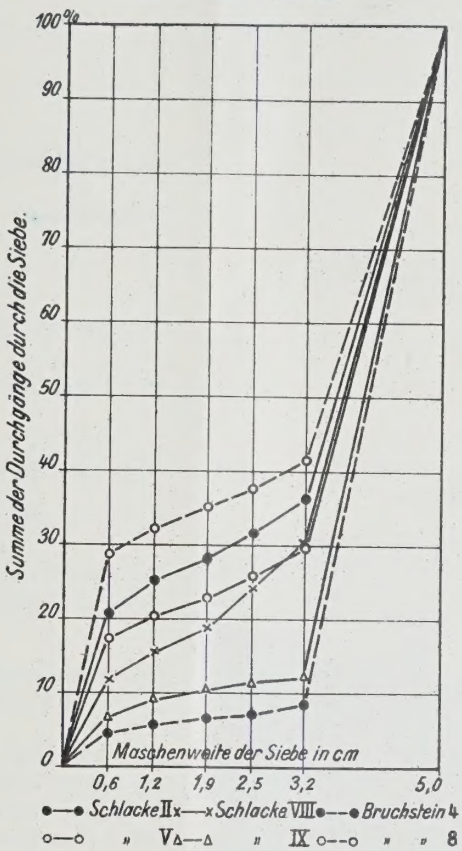
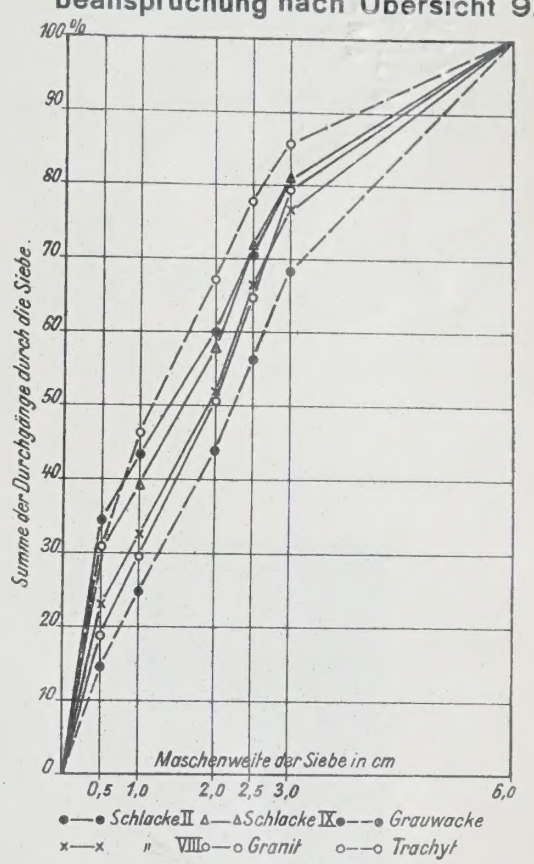


Abb. 5.
Darstellung der Ergebnisse der Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen stetig gesteigerte Druckbeanspruchung nach Übersicht 9.



. 3. Darstellung der Ergebnisse der Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen stetig gesteigerte ckbeanspruchung nach Übersicht 7.

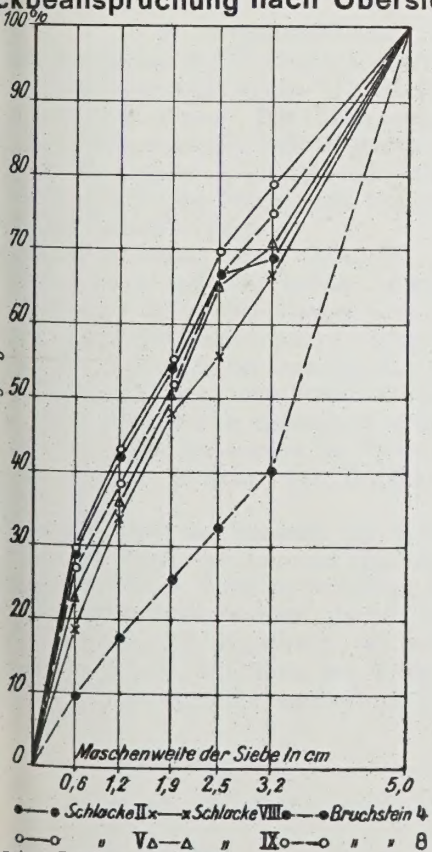
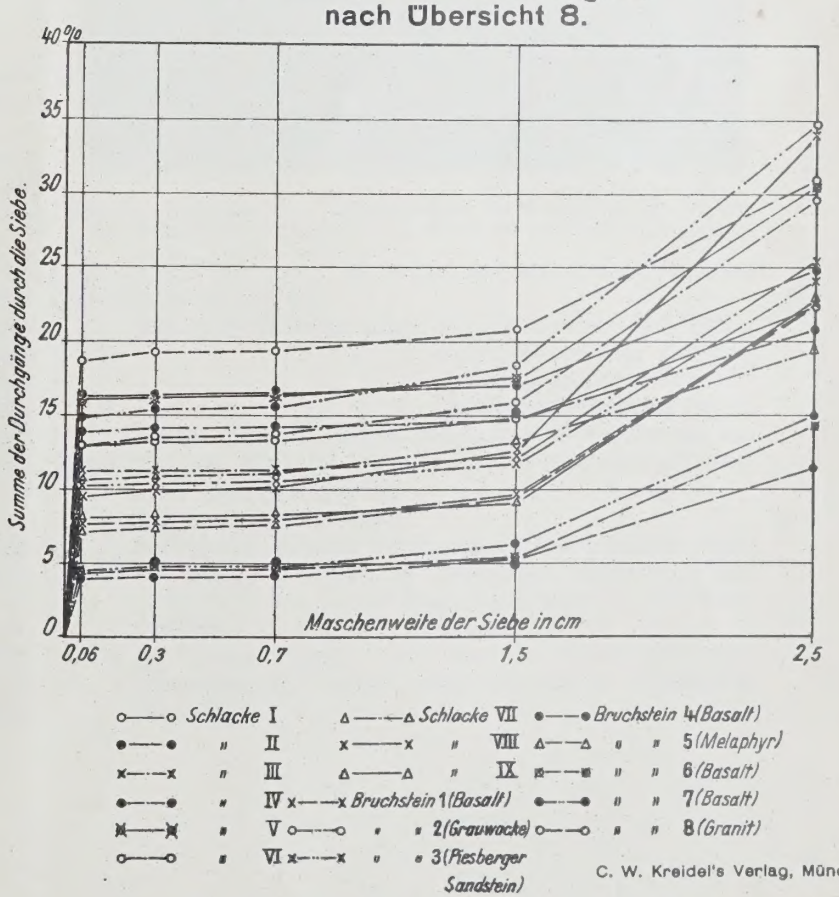


Abb. 4.
Darstellung der Ergebnisse der Prüfung auf Kanten und Stoßfestigkeit nach Übersicht 8.



nst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, München.

eitsplan für die Erprobung von Hochofenstückschlacke zu Eisenbahnbettungszwecken.

I. Probematerial:

a) 9 Sorten Hochofenstückschlacke,
b) 4 Basaltsorten,
c) 1 Granitsorte,
d) 1 Grauwacke,
e) 1 Melaphyr,
f) 1 Sandstein (Piesberger).

II. Umfang der Versuche:

Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Schlacken,
Ermittlung der Dichtigkeitsverhältnisse (Raumgewicht, spezifisches Gewicht, Dichtigkeitsgrad),
Bestimmung der Wasseraufnahme,
Prüfung auf Frostbeständigkeit,
Beobachtung der chemischen Einwirkung des Schotters auf Eisen und Holz,
Ermittlung des Widerstandes des Schotters gegen Zertrümmern nach Verfahren Rudeloff,
Prüfung auf Kanten- und Stofsfestigkeit.

Der Arbeitsplan wurde später unter Beschlufs des Aus-es noch auf folgende Versuche ausgedehnt:
Bestimmung des Raumgewichts des Schotters,
Prüfung auf Wasseraufnahme und -abgabe,
Beobachtung der chemischen Einwirkung von dichter und poröser Schlacke auf Eisen und Holz im Vergleich mit Kies.

C. Probestoffe.

Das Probematerial bestand aus neun Hochofenschlacken- und Bruchsteinsorten. Erstere sind im nachstehenden mit I bis IX, re mit 1 bis 8 bezeichnet.

Die Schlacken entstammten teils den Hochofenwerken, teils Versuchsstrecken, in denen sie mehrere Jahre verlegt ge- waren. Die Proben wurden in Form von Schotter in ir Gleisbettungszwecke üblichen Körnung eingesandt. Die che wurden in vorstehend angegebenem Umfange im tlichen in den Jahren 1917 bis 1920 ausgeführt, mit ahme derjenigen unter 5 und 10, die erst im Jahre 1925 Abschlufs gelangten. Die Kosten der Untersuchungen der Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

D. Versuchsausführung.

Die Bestimmung der Dichtigkeitsverhältnisse, der Wasser-hme und Frostbeständigkeit erfolgte in der für andere offe üblichen Weise. Das Raumgewicht des Schotters e in der Weise ermittelt, dafs der trockene oder getrocknete ter in ein rundes Hohlgefäfs von 1000 cm^3 Inhalt bei n Höhe und 26,6 cm Durchmesser in Lichten ohne Rütteln füllt und gewogen wurde.

Zwecks Ermittlung der chemischen Einwirkung des ters auf Eisen und Holz wurden in kurze Holzstammab-tte von etwa 22 cm Durchmesser und 16 cm Höhe gemäfs bb. 1 je zwei Flacheisen von 5,1 × 0,7 cm und je zwei Rund- von 3,6 cm Durchmesser, sowie je zwei aus imprägnierten bahnschwellen geschnittene Stäbe aus Buchen- und Kiefern- von etwa 6,0 × 4,8 cm Querschnitt eingesetzt. Die so ge-enen Versuchsstücke wurden im Freien auf Zementbeton ert und nach Mafsgabe der Textabb. 2 mit Schotter leckt.

Um den Einflufs der Porosität der Schlacken auf deren irkung auf Eisen und Holz und gleichzeitig das Verhalten Schlackenschotters in dieser Beziehung im Vergleich mit chotter festzustellen, wurden gleiche Versuchsstücke wie schrieben mit Schlackenschotter aus porösen und dichten ckenstücken und mit Kies von 7 bis 35 mm Körnung kt. Die Versuchsstücke wurden von Zeit zu Zeit abgedeckt und die Beschaffenheit der Eisen- und Holzstücke bzw. die etwa eingetretenen Veränderungen festgestellt.

Für die Zertrümmerungsversuche nach Verfahren Rudeloff, die wegen des damit verbundenen grofsen Zeitaufwandes lediglich auf die Schlackensorten II, V, VIII und IX und die Bruchsteine 4 und 8 (Basalt und Granit) beschränkt wurden, wurde der Schotter durch Siebung in die Körnungen 2,3 bis 3,2; 3,2

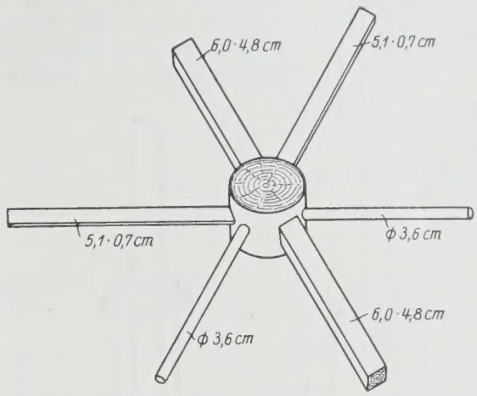


Abb. 1. Versuchsstück zur Ermittlung der chemischen Einwirkung des Schotters auf Eisen und Holz.

Abb. 2. Lagerung der Versuchsstücke im Freien zur Ermittlung der chemischen Einwirkung des Schotters auf Eisen und Holz.

bis 5,0 und 5,0 bis 7,5 cm zerlegt und jede dieser Körnungen für sich untersucht auf

a) Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der Stopfhacke,
b) » » » stofsweise wirkende Druckbelastung (Schwellendruck),
c) » » » allmählich gesteigerten Druck.

Letztere Versuche dienten gleichzeitig zur Ermittelung des Verhaltens des Schotters gegen Nässe und Witterungseinflüsse. Sie wurden deshalb angestellt

α) mit trockenem Schotter,
β) mit Schotter, der etwa vier Wochen in Wasser gelegen hatte,
γ) mit nassem Schotter, der 25mal bei durchschnittlicher Temperatur von — 15° ausgefroren war, in gefrorenem Zustande,
δ) mit nassem Schotter, der 25mal bei durchschnittlicher Temperatur von — 15° ausgefroren war, in aufgetautem Zustande.

Zu a) Etwa 5 kg Schotter gleicher Körnung wurden in einen starkwandigen Holzkasten eingebracht und unter einem Fallwerk einer bestimmten Anzahl von Schlägen ausgesetzt. Der Fallbär trug einen eisernen Beschlag von Form und Abmessungen einer Stopfhacke (Textabb. 3). Nach Ausübung von 207 mkg Schlagarbeit wurde das Material einer Siebanalyse auf den Sieben von 0,6; 1,2; 1,9; 2,5; 3,2; 5,0 und 7,5 cm Maschenweite unterworfen und die jeweiligen Rückstände zwischen je zwei Sieben bestimmt.

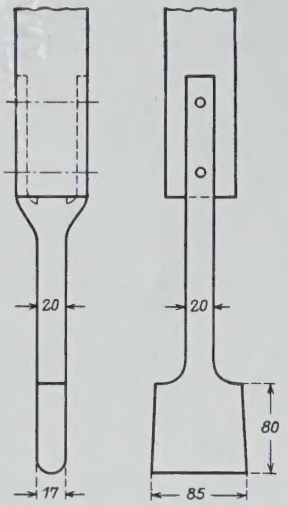


Abb. 3. Fallbär zur Prüfung des Schotters auf Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der Stopfhacke.

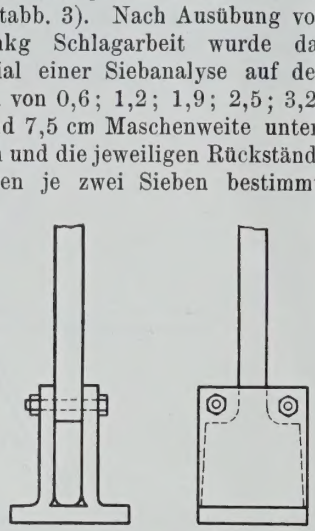


Abb. 4. Fallbär zur Prüfung des Schotters auf Widerstandsfähigkeit gegen stofsweise wirkende Druckbeanspruchung.

Nach beendeter Siebung wurden alle Korngröfsen des Materials wieder durcheinandergemischt und zur Fortsetzung der Versuche benutzt. Die Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag

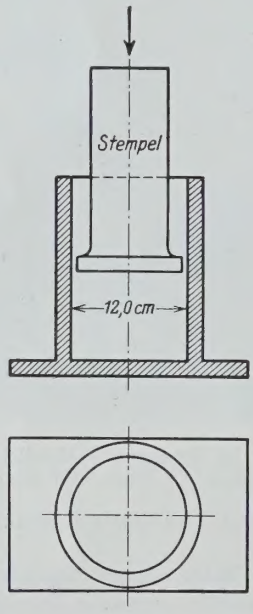


Abb. 5.
Zylindrischer eiserner Behälter zur Prüfung des Schotters auf Widerstandsfähigkeit gegen stetig gesteigerten Druck.

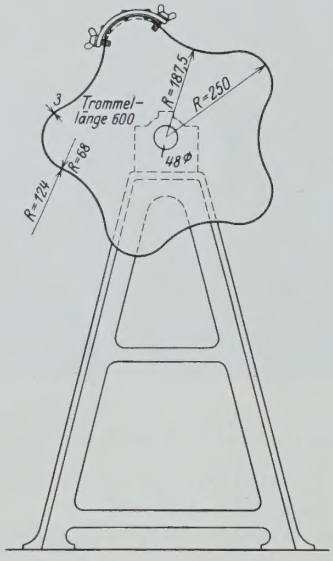


Abb. 6.
Trommel für die Prüfung auf Kanten- und Stofsfestigkeit.

mit der Stopfhacke wurde auf diese Weise für 207, 621, 1242 und 1656 mkg Schlagarbeit ermittelt.

Zu b) Die Versuche wurden mit der gleichen Vorrichtung ausgeführt, wie die unter a) beschriebenen, nur dafs der Beschlag der Fallbären gemäfs Textabb. 4 geformt war. Die Kastenfüllung wurde mit einer schweren Holzplatte bedeckt, damit sich beim Aufschlagen des Bären der Kleinschlag nur g einander und gegen Holz reiben konnte. Zur Feststellun Grades der Zertrümmerung wurden Siebanalysen nach 3170, 4754 und 7925 mkg Schlagarbeit mit dem gleichen satz wie unter a) ausgeführt.

Zu c) In einen zylindrischen eisernen Behälter von lichtem Durchmesser wurde so viel Schottermaterial eingeb dafs die Auffüllhöhe des eingerüttelten Schotters etwa betrug. Das Material wurde mit Hilfe des Stempels 20000 kg belastet und der Grad der Zertrümmerung der F durch Siebanalyse wie unter a) und b) festgestellt (Textal

Die Versuche in der Trommel zur Bestimmung der K und Stofsfestigkeit wurden an allen Schotterproben durchge Zu diesem Zwecke wurden je 5 kg möglichst würfelfö Schotterstücke in eine drehbare Trommel mit gewelltem M (Textabb. 6) eingebracht und bei 52 Umdrehungen in der M $^1/_2$ Stunde gekollert. Nach beendigter Kollerung wurd Material ebenfalls einer Siebanalyse, und zwar auf den S von 0,6; 1,0; 1,5; 3,0; 7,0; 15,0 und 25,0 mm Ma weite, unterworfen.

E. Versuchsergebnisse.

Die Versuchsergebnisse sind in Übersicht 1 bis 8 verzei Ihre Veröffentlichung wurde in der Sitzung des Ausse für Untersuchung von Hochofenschlacke am 9. Juli beschlossen.

1. Chemische Zusammensetzung der Schlac

Übersicht 1.

Chemische Zusammensetzung der Schlacken

Bezeichnung der Schlacken	Kieselsäure SiO_2	Tonerde Al_2O_3	Eisen Fe	Mangan Mn	Kalk CaO	Magnesia MgO	Schwefelsäure SO_3	Sulfidschwefel S	Phos säu P_2
I (J)	34,6	9,5	0,6	3,0	35,9	10,2	0,2	1,3	0,
II (J)	35,6	9,1	0,7	2,7	37,9	7,7	0,3	1,3	Kaum
III (H)	34,4	11,5	0,8	3,5	40,2	3,7	0,1	1,5	0,
IV (GM)	33,9	10,2	0,4	1,4	39,4	9,6	0,1	1,3	Kaum
V (GM)	33,3	10,0	0,5	1,2	39,8	10,1	0,2	1,3	„
VI (Px)	34,9	11,0	1,7	3,1	40,2	4,3	0,2	1,3	0,
VII (GH)	33,8	12,0	0,3	1,5	43,4	6,4	0,2	1,4	Kaum
VIII (FA)	32,3	10,9	0,6	2,8	43,3	5,4	Spuren	1,7	„
IX (GM)	30,8	10,9	0,5	1,3	42,5	9,0	0,1	1,8	„

Nach dem Analysenbefunde schwankt der Gehalt der Schlackensorten an Einzelbestandteilen innerhalb folg Grenzen:

Kieselsäure	30,8 bis 35,6 %
Tonerde	9,1 » 12,0 »
Eisen	0,3 » 0,8 »
Mangan	1,3 » 3,5 »
Kalk	35,9 » 43,4 »
Magnesia	3,7 » 10,2 »
Schwefelsäure	0,1 » 0,3 »
Sulfidschwefel	1,1 » 1,8 »
Phosphorsäure	Spuren bis 0,34

2. Gewichts- und Dichtigkeitsverhältnis (Übersicht 2).

Das Raumgewicht des Materials der Schlacken liegt zw 1,140 und 2,950. Das Material gleicher Schlacken ist aus den Einzelwerten hervorgeht, im Raumgewicht sehr schieden. Dieses Ergebnis ist indessen nicht überraschen das Gefüge der Schlacke ein und derselben Hütte, je nac Verhältnissen, unter denen die Schlacke gewonnen, insbes abgekühlt wird, sehr verschieden sein kann. Rein äufs

Übersicht 2.

Ergebnisse der Prüfung der Schotterstoffe auf Bruchflächenbeschaffenheit, Raumgewicht und spezifisches Gewicht.

chnung les terials	Bruchflächenbeschaffenheit			Raumgewicht		Spezifisches Gewicht
	Gefüge	Bruch	Farbe	Versuch Nr.	r	s
I	Gleichförmig feinkristallinisch, teils schwammig-porig, teils kaum porig, fest	unregelmäfsig	grau	1 2 3 4	1,877 2,840 2,059 2,917	3,020
II	Gleichförmig feinkristallinisch, teils schwammig-porig, teils kaum porig, fest	unregelmäfsig	grau	1 2 3 4	2,112 2,883 2,022 2,629	3,030
III	Gleichförmig feinkristallinisch, schwach- bis starkporig, fest	unregelmäfsig	hell- bis dunkelgrau	1 2 3 4	2,930 2,649 2,490 2,880	3,030
IV	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäfsig	grau	1 2 3 4	2,571 2,740 2,410 2,749	3,030
V	Gleichförmig feinkristallinisch, schwach- bis starkporig, fest	unregelmäfsig	grau	1 2 3 4	2,805 2,075 2,109 2,797	2,970
VI	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäfsig	grau	1 2 3 4	2,568 2,692 2,789 2,852	3,040
VII	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäfsig	grau	1 2 3 4	2,027 2,372 1,958 1,836	3,060
VIII	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäfsig	grau	1 2 3 4	2,948 2,474 2,950 2,889	3,070
IX	Gleichförmig feinkristallinisch, teils dicht, teils blasig-porig	unregelmäfsig	grau bis dunkelgrau	1 2 3 4	2,904 2,838 2,499 2,462	3,140
1 Basalt	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	unregelmäfsig scharfkantig	grau	—	2,862	2,913
2 Grauwacke	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	unregelmäfsig	grau	—	2,645	2,740
3 Piesberger Kleinschlag	Gleichförmig fein- bis grobkristallinisch, fest	unregelmäfsig	grau	—	2,565	2,703
4 Basalt	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	muschelig	grau	—	2,938	2,941
5 Melaphyr	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	muschelig	dunkelgrau	—	2,616	2,740
6 Basalt	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	unregelmäfsig	grau	—	3,023	3,061
7 Basalt	Kristallinisch-feinkörnig bis dicht	flachmuschelig, scharfkantig	schwarzgrau	—	3,054	3,077
8 Granit	Kristallinisch, körnig	unregelmäfsig, rauh scharfkantig	hellgrau gesprengelt mit rostfarbigen Flecken	—	2,599	2,667

ist diese Verschiedenheit an der Gröfse und Menge der vorhandenen Poren zu erkennen.

Soweit nach dem Augenschein zu beurteilen war, enthielt die wenigsten porösen Stücke Schlacke VIII, einen etwas höheren Gehalt an solchen Stücken hatte Schlacke III, die meisten »schwammig« erscheinenden Stücke enthielt Schlacke VI, Schlacke IX zeigte etwa zur Hälfte dichte, zur Hälfte mehr oder weniger porige Stücke.

Von der Mittelbildung der Raumgewichtswerte ist wegen der grofsen Schwankungen der Einzelwerte Abstand genommen worden.

Das spezifische Gewicht war übereinstimmend bei allen Schlacken rund 3,0. Von der Berechnung des Dichtigkeitsgrades aus dem Verhältnis $\frac{\text{Raumgewicht}}{\text{spezifisches Gewicht}}$ ist wegen der starken Schwankungen in den Einzelwerten der Raumgewichte abgesehen worden.

3. Raumgewicht des Schotters (Übersicht 3).

Das Raummetergewicht des Schlackenschotters liegt im Mittel zwischen 1240 und 1450 kg, das des Bruchsteinschotters zwischen 1390 und 1520 kg.

4. Wasseraufnahme des Steinmaterials (Übersicht 4).

Die Einzelwerte der Wasseraufnahmeprüfung weisen bei den Schlacken nahezu die gleichen Abweichungen auf wie bei den natürlichen Gesteinen. Jedoch ist die Wasseraufnahmefähigkeit der Hochofenschlacke durchschnittlich höher al der Bruchsteine. Die der Schlacke schwankt im Mittel zwi 1,1 uud 2,8 % und die der Bruchsteine zwischen 0,4 und 1

5. Wasseraufnahme und -abgabe des Schott (Übersicht 5).

Die Wasseraufnahme des Schlackenschotters schw zwischen 0,52 und 1,41 %, die des Bruchsteinschotters zwi 0,38 und 1,18 %. Der Kies nimmt 1,82 % Wasser auf. nasse Schlackenschotter ist bei Lagerung an der Luft in spät sieben Tagen, der nasse Bruchsteinschotter in spätestens Tagen, der nasse Kies jedoch erst nach zwölf Tagen w trocken.

6. Frostbeständigkeit (Übersicht 6).

Sämtliche Proben zeigten nach abwechselndem 25ma Gefrieren bei durchschnittlich — 15° und Auftauen im W von Zimmerwärme keine sichtbaren Veränderungen. Sie er auch keine Gewichtsverluste.

7. Chemische Einwirkung auf Eisen und Hol Lagern im Freien.

a) Vergleichende Versuche über die Einwirkung von Hochofenschl und Bruchsteinschotter auf Eisen und Holz.

Befund nach sechs Monaten.

Übereinstimmend für alle Schlacken waren an den eingebetteten Holzstücken keine sichtbaren Veränderunge

Übersicht 3.

Ergebnisse der Prüfung des Schotters auf Raumgewicht[1]).

Art des Materials	Schotter aus Schlacke									Schotter aus		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Grauwacke 8	Basalt 4	G
Versuch Nr.	Gewicht für 10 l Schotter											
1	12,70	12,40	13,67	13,25	12,68	12,94	13,40	14,52	13,40	13,95	15,18	1
2	12,66	12,45	13,72	13,28	12,72	12,96	13,37	14,55	13,44	14,00	15,24	1
3	12,68	12,42	13,69	13,32	12,74	13,00	13,39	14,50	13,45	14,02	16,20	1
Mittel	12,68	12,42	13,69	13,28	12,71	12,97	13,39	14,52	13,43	13,99	15,24	1
Mittleres Gewicht für 1 l	1,270	1,240	1,370	1,330	1,270	1,300	1,400	1,450	1,340	1,400	1,520	

[1]) Ermittelt am trockenen Material durch Einfüllen in das 10 l-Gefäfs.

Übersicht 4.

Ergebnisse der Prüfung auf Wasseraufnahme.

Bezeichnung des Materials	Schlacke									Bruchsteine						
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	1	2	3	4	5	6	7
Versuch Nr.	Wasseraufnahme in Gewichtsprozenten															
1	2,3	1,3	1,3	5,5	3,0	6,5	7,1	1,8	2,7	0,2	0,2	1,1	0,4	1,6	0,4	1,2
2	6,8	4,1	1,5	2,4	5,1	3,2	6,7	3,4	3,2	0,8	2,6	0,9	0.2	1,2	0,4	0,3
3	1,5	4,3	1,1	1,3	0,5	1,2	4,1	1,4	1,4	0,5	0,7	2,8	0,6	0,7	0,6	0,4
4	0,1	0,8	0,5	5,1	0,9	2,5	0,9	0,5	2,6	0,3	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,3
5	4,6	6,2	2,3	3,3	0,8	0,8	1,8	1,6	3,3	0,3	0,8	2,7	0,6	0,2	0,5	0,5
6	0,9	0,8	0,8	0,8	4,4	0,4	2,0	1,0	2,6	0,5	1,9	0.6	0,6	1,0	0,3	1,3
7	0,2	0,5	0,7	3,1	—[1])	2,2	0,5	2,4	2,2	0,7	0,7	0,7	0,4	0,2	0,5	0,2
8	1,0	0,3	0,9	3,7	0,9	2,1	1,1	1,9	0,5	0,3	0,5	1,5	0,5	0,2	0,3	0,2
9	1,9	0,8	0,6	2,7	—[2])	1,3	1,8	2,0	0,3	0,4	0,5	0,9	1,4	0,4	0,3	0,5
10	1,6	3,3	1,1	1,0	2,1	7,5	1,8	2,7	1,2	0.3	0,5	1,0	0,7	0,5	0,3	0,4
Mittel	2,1	2,2	1,1	2,9	1,8	2,8	2,8	1,8	2,0	0,4	0,9	1,3	0,6	0,7	0,4	0,5

[1]) Nach 24 Stunden Wasserlagerung zeigte die Probe merkliche Absandung.
[2]) Nach 94 Stunden Wasserlagerung begann die Probe zu zerrieseln. In etwa 6 Wochen war die Probe völlig zu Pulver zer

Übersicht 5.

Ergebnisse der Prüfung auf Wasseraufnahme und -abgabe.

rial	Gewicht von 10 l Schotter (luft-trocken)	Gewicht nach 1 Stunde Wasser-lagerung	Wasser-aufnahme in		Gewicht in kg nach der überschriebenen Dauer der Lagerung an der Luft in Tagen												Gleich-bleibendes Gewicht nach Tagen
	kg	kg	kg	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
III	13,48	13,55	0,07	0,52	13,52	13,50	13,49	13,48	—	—	—	—	—	—	—	—	4
IV	12,93	13,10	0,17	1,31	13,08	13,00	12,97	12,95	12,93	—	—	—	—	—	—	—	5
VII	12,74	12,87	0,13	1,02	12,78	12,77	12,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
IX	12,75	12,93	0,18	1,41	12,88	12,83	12,79	12,77	12,76	—	12,75	—	—	—	—	—	7
sberger nschlag	12,75	12,90	0,15	1,18	12,82	12,78	12,76	12,75	—	—	—	—	—	—	—	—	4
uwacke	13,62	13,73	0,11	0,81	13,65	13,64	13,63	13,62	—	—	—	—	—	—	—	—	4
asalt	14,25	14,35	0,10	0,70	14,29	14,26	14,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
ranit	13,05	13,10	0,05	0,38	13,07	13,06	13,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
-25 mm)	13,75	14,00	0,25	1,82	13,98	13,91	13,89	13,87	13,86	—	13,84	13,82	13,81	13,78	13,77	13,75	12

Übersicht 6.

Ergebnisse der Frostversuche.

Gewicht der Probestücke wassergetränkt g	Gewicht der Probestücke nach 25-maligem Gefrieren g	Bruchsteinmaterial	Gewicht der Probestücke wassergetränkt g	Gewicht der Probestücke nach 25-maligem Gefrieren g	Bemerkungen
441	442	1 Basalt	453	453	Sämtliche Proben blieben äußerlich unverändert.
371	372	2 Grauwacke	614	614	
351	351	3 Piesberger Kleinschlag	429	429	
376	376	4 Basalt	360	360	
474	474	5 Melaphyr	253	253	
439	449	6 Basalt	537	538	
553	554	7 Basalt	366	366	
480	480	8 Granit	369	369	
434	434	–	—	—	

getreten, während alle Eisenstäbe mit einer ziemlich starken Rostschicht überzogen waren. Auch bei den in Bruchsteinschotter gelagerten Proben zeigte das Holz keine sichtbaren Veränderungen, während die Eisen ebenfalls mit einer Rostschicht bedeckt waren, die anscheinend etwas schwächer war als bei den in Hochofenschlacke verlegten Eisen.

Befund nach einem Jahr.

Sämtliche Proben waren im Vergleich zu den Beobachtungen nach sechs Monaten in ihrem Aussehen unverändert.

Befund nach zwei Jahren.

In sämtlichen Materialien waren die Holzstücke bis auf ein etwas dunkleres Aussehen unverändert geblieben. Die Rostbildung war bei sämtlichen Eisenstäben fortgeschritten, doch bei den in Bruchstein gelagerten anscheinend nicht so stark wie bei den in Schlacke verlegten; bei letzteren begann stellenweise die Rostschicht abzublättern. Bei der Schlacke IX war die Rostbildung am stärksten.

Befund nach drei Jahren.

Beschaffenheit und Aussehen der Holz- und Eiseneinlagen wie nach zwei Jahren.

Befund nach fünf Jahren.

Beschaffenheit und Aussehen der Holzeinlagen wie nach drei Jahren. Ein wesentlicher Unterschied im Rostgrad der in Schlackenschotter liegenden Eisen gegenüber den in Bruchsteinschotter gelagerten Eisen war nicht erkennbar.

Befund nach siebeneinhalb Jahren.

Die Langholzstücke (Buche und Fichte) waren bei allen Schlacken- und Bruchsteinsorten unverändert. Die Hirnholzstücke waren mit Ausnahme derjenigen in den Schlacken III, VII und VIII, deren Hölzer nur in den äußeren Jahresringen zerstört waren, meist bis auf den Kern zerstört. Nach dem

Grade dieser Zerstörung liefsen sich die Schottersorten in folgende Gruppen einordnen, beginnend mit den am wenigsten zerstörend wirkenden Sorten.

1. Gruppe: Schlacken III, VII und VIII,
2. » : » I, II, IV und V,
3. » : » VI und IX, Bruchsteine 2,4 und 8.

Die Hölzer unter den Bruchsteinschotterproben 2,4 und 8 waren etwa ebenso stark zerstört wie die unter den Hochofenschlacken VI und IX.

Die Eisenstücke waren bei allen Proben stark angegriffen und zeigten sichtbare Fortschritte des Rostansatzes gegenüber dem Zustande nach fünf Jahren.

Soweit nach dem Augenschein beurteilt werden konnte, liefsen sich nach dem Grade des Rostansatzes folgende Gruppen in der Reihenfolge des steigenden Rostansatzes unterscheiden:

1. Gruppe: Schlacken VII, VIII, III und V,
2. » : » I, II und IV, Bruchstein 2.
3. » : » VI und IX, Bruchsteine 4 und 8.

Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, dafs die Hochofenschlacken bei Lagerung im Freien in den ersten Jahren das Rosten der Eisen begünstigen, doch verliert sich dieser Einflufs allmählich und wird später unwirksam. Nach fünf Jahren ist der Rostansatz des Eisens bei Lagerung in Bruchstein- und in Hochofenschlackenschotter der gleiche.

b) Einwirkung von dichter Schlacke im Vergleich zu poröser Schlacke und Kies auf Eisen und Holz.

Befund nach sechs Monaten.

Die Holzstücke waren bei allen Proben unverändert. Die Eisenstücke wiesen in den dichten wie auch porösen Schlacken eine schwache, in Kies eine starke Rostschicht auf.

Befund nach einem Jahr.

An sämtlichen Proben waren keine weiteren sichtbaren Veränderungen eingetreten.

Befund nach zwei Jahren.

Die Beschaffenheit der Holzeinlagen war unverändert geblieben. Bei den porösen Schlacken waren die Flacheisen und umliegenden Schlackenstücke etwas feucht; die Rostbildung war anscheinend etwas fortgeschritten.

Bei den dichten Schlacken waren sämtliche Eiseneinlagen wie auch die umliegenden Schlackenstücke trocken. Die Rostbildung war anscheinend schwach fortgeschritten, bei den Flacheisen an der Oberseite etwas mehr als bei den Rundeisen.

Sämtliche Eiseneinlagen bei den in Kies gelagerten Proben waren ebenso wie der Kies nafs. Die Rostbildung war an den Eisenstäben weiter fortgeschritten. Im allgemeinen war der Rost an den in Kies befindlichen Proben stärker als an den anderen.

Befund nach drei Jahren.

Beschaffenheit und Aussehen der Proben wie nach zwei Jahren. Die in Kies gelagerten Eisen waren etwas stärker gerostet als die in Schlackenschotter befindlichen.

Befund nach fünf Jahren.

Bei den in Schotter aus porösen Schlackenstücken und in Kies gelagerten Holzproben war das Hirnholz stark angegriffen, das Langholz (Buche und Fichte) gut erhalten. Die Eisen waren stark angegriffen, wesentlich stärker gegenüber dem Zustande nach drei Jahren. Bei den in Schotter aus dichter Schlacke gebetteten Holzproben war das Hirnholz noch im wesentlichen leidlich, das Langholz noch gut erhalten. Der Rostansatz war im allgemeinen erheblich geringer als bei den Eisen unter poröser Schlacke und Kies.

Textabb. 7 zeigt den Zustand des Eisens bei dem Befund nach fünf Jahren. Das Versuchsergebnis beweist, dafs Schotter aus dichter und sogar auch solcher aus poröser Schlacke dem Kies hinsichtlich der Einwirkung auf das Rosten des E überlegen ist.

Die Versuche unter a) wurden nach $7\,^1/_2$, diejenigen unter b) nach fünf Jahren abgebrochen, da die Verhäl

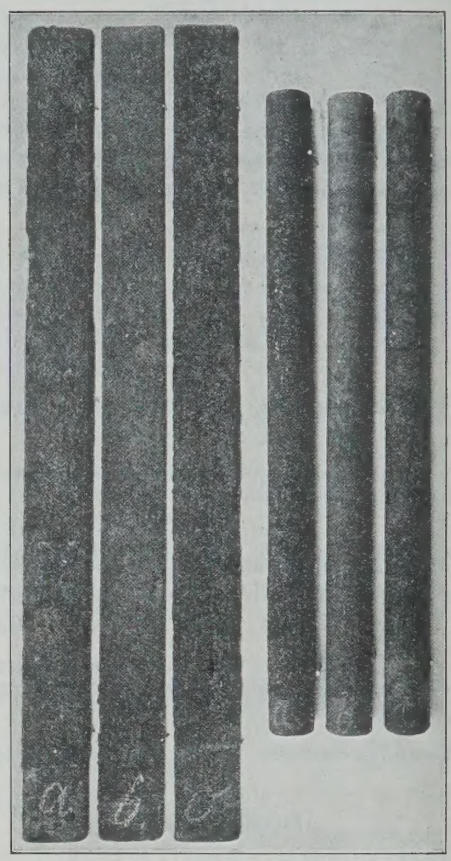


Abb. 7. Aussehen der Eisen nach fünfjähriger Lagerung im E
Proben a: Bettung in poröser Schlacke.
„ b: „ „ dichter Schlacke.
„ c: „ „ Kies.

als genügend geklärt angesehen wurden und keine nennensw Aufschlufs liefernde Ergebnisse mehr zu erwarten waren.

8. Widerstandsfähigkeit gegen Zertrümmern Verfahren Rudeloff (Übersicht 7 und Abb. 1, 2 Taf. 33).

Da die Wiedergabe sämtlicher Ergebnisse dieser Ver eine Unmenge von Zahlenwerten und Übersichten bedingt die zu übersehen kaum möglich gewesen wäre, sind in Za übersicht 7 nur die Ergebnisse der Versuche mit der gröfse von 3,2 bis 5,0 cm zusammengestellt, da diese de Eisenbahnbau verwendeten Gröfsenabmessungen am näc kommt. Aus dem gleichen Grunde sind auch von den gebnissen der Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen Schlag mit der Stopfhacke und gegen stofsweise wirkende D beanspruchung nur die der Versuche auf Zertrümmerung einer Schlagarbeit aufgeführt; ebenso ist die Wiedergabe Ergebnisse der Prüfung bei gleichmäfsig gesteigerter D beanspruchung auf den trockenen Zustand der Materialie schränkt worden. Diese Einschränkungen waren umso berechti als die Ergebnisse der Prüfung der verschiedenen Korngr (2,3 bis 3,2, 3,2 bis 5,0 und 5,0 bis 7,5 cm) und der schiedenen Zustände (trocken, wassersatt und ausgefroren wesentlichen Unterschiede in dem Verhalten der Materi zueinander erkennen liefsen. Zur besseren Veranschaulic sind die Ergebnisse der Zahlenübersicht 7 in Abb. 1, 2

Übersicht 7.

Ergebnisse der Prüfung auf Widerstand gegen Zertrümmern nach dem Verfahren Rudeloff.

Mittel aus je zwei Versuchen.

Korngröfse des Materials vor dem Versuch: 3,2 bis 5,0 cm.

Die schräg gedruckten Zahlen sind die Rückstände zwischen je zwei Sieben.

rüfungsart	Schlag mit der Stopfhacke Schlagarbeit 1242 mkg						Stofsweise Druckbeanspruchung Schlagarbeit 7925 mkg						Stetig gesteigerte Druckbeanspruchung bis 20000 kg					
des Materials	Durchgänge in % durch die Siebe mit den überschriebenen Maschenweiten in cm																	
	5,0	3,2	2,5	1,9	1,2	0,6	5,0	3,2	2,5	1,9	1,2	0,6	5,0	3,2	2,5	1,9	1,2	0,6
II	100,0	24,3	22,2	18,3	14,9	10,4	100,0	36,2	31,5	28,2	25,2	20,7	100,0	68,7	66,7	54,2	42,0	29,1
	75,7	*2,1*	*3,9*	*3,4*	*4,5*		*63,8*	*4,7*	*3,3*	*3,0*	*4,5*		*31,3*	*2,0*	*12,5*	*12,2*	*12,9*	
V	100,0	17,2	14,9	12,7	9,4	6,6	100,0	29,6	25,8	22,9	20,5	17,4	100,0	78,7	69,7	54,9	42,9	29,5
	82,8	*2,3*	*2,2*	*3,3*	*2,8*		*70,4*	*3,8*	*2,9*	*2,4*	*3,1*		*21,3*	*9,0*	*14,8*	*12,0*	*13,4*	
VIII	100,0	26,1	20,3	13,6	10,0	6,0	100,0	30,3	24,2	18,7	15,6	11,8	100,0	66,8	55,6	47,9	33,8	18,7
	73,9	*5,8*	*6,7*	*3,6*	*4,0*		*69,7*	*6,1*	*5,5*	*3,1*	*3,8*		*33,2*	*11,2*	*7,7*	*14,1*	*15,1*	
IX	100,0	15,1	12,7	10,4	7,7	5,2	100,0	12,2	11,5	10,4	9,1	6,8	100,0	70,5	65,0	50,1	35,8	22,9
	84,9	*2,4*	*2,3*	*2,7*	*2,5*		*87,8*	*0,7*	*1,1*	*1,3*	*2,3*		*29,5*	*5,5*	*14,9*	*14,3*	*12,9*	
4 Basalt	100,0	4,0	3,5	3,0	2,5	1,8	100,0	8,5	7,1	6,6	5,7	4,5	100,0	40,3	32,5	25,6	17,4	9,8
	96,0	*0,5*	*0,5*	*0,5*	*0,7*		*91,5*	*1,4*	*0,5*	*0,9*	*1,2*		*59,7*	*7,8*	*6,9*	*8,2*	*7,6*	
8 Granit	100,0	32,6	29,0	24,6	19,1	13,5	100,0	41,6	37,5	35,0	32,3	28,8	100,0	74,9	66,5	51,8	38,6	27,0
	67,4	*3,6*	*4,4*	*5,5*	*5,6*		*58,4*	*4,1*	*2,5*	*2,7*	*3,5*		*25,1*	*8,4*	*14,7*	*13,2*	*11,6*	

33 zeichnerisch dargestellt, wobei als Ordinaten die je-
;en Gesamtdurchgänge durch die Siebe und als Abszissen
ızugehörigen Korngröfsen eingetragen sind. Abb. 1, Taf. 33
die Ergebnisse der Schlagversuche mit der Stopfhacke unter
mkg Schlagarbeit dar, Abb. 2, Taf. 33 die Ergebnisse
Prüfung auf stofsweise wirkende Druckbeanspruchung von
mkg, Abb. 3, Taf. 33 den Grad der Zertrümmerung
dem Druck von 20000 kg. Aus dem Verlauf der Schau-
sind deutlich die Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit
inzelnen Materialien gegen die genannten Beanspruchungen
ıtlich. Gleichzeitig ist auch zu erkennen, dafs die
rialien sich bei den verschiedenen Stofsbeanspruchungen
einander gleichartig verhalten. Während der Basalt bei
drei Prüfverfahren nach Rudeloff als am widerstands-
sten erscheint, erweist sich der Granit gegen stofsweise
spruchung als am empfindlichsten, empfindlicher als alle
ıften Schlacken. Bei einfacher Druckbeanspruchung ist der
itschotter den Schlacken II und V überlegen. Schlacke IX
ılt sich gegen Stofs besser als Schlacke VIII, gegen Druck
edoch Schlacke VIII widerstandsfähiger als Schlacke IX.
elbe gilt von den Schlacken V und II. Die Wertung der
en als Schotter wäre nach den vorliegenden Ergebnissen,
nnend mit dem besten Material, wie folgt:

n Stofs:	Basalt 4	gegen Druck:	Basalt 4
	Schlacke IX		Schlacke VIII
	Schlacke VIII		Schlacke IX
	Schlacke V		Granit 8
	Schlacke II		Schlacke II
	Granit 8		Schlacke V.

Kanten- und Stofsfestigkeit (Übersicht 8 und Abb. 4, Taf. 33).

Die Ergebnisse der Trommelversuche sind in Zahlenüber-
8 und schauzeichnerisch in Abb. 4, Taf. 33*) wieder-
ben. Auch hier ist das unterschiedliche Verhalten der
elnen Materialien gut zu ersehen. Die Ergebnisse lassen

*) In der Abbildung ist, um diese nicht zu umfangreich zu ge-
en, von der Auftragung der Siebdurchgänge der Körnungen über
n abgesehen worden, zumal auch die Fortführung der Schau-
n für die Bewertung der Ergebnisse bedeutungslos gewesen wäre.

Übersicht 8.

Ergebnisse der Trommelversuche.

Bezeichnung des Materials		Rückstand in % zwischen den Sieben mit cm Maschenweite				Maschen auf 1 qcm				
		—	2,5	1,5	0,7	4	16	60	120	—
Hochofenschlacke	I	69,5	13,1	1,0	0,1	0,0	0,1	0,1	16,1	
	II	75,2	7,8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	16,2	
	III	74,9	12,8	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	11,1	
	IV	79,2	6,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,1	13,9	
	V	77,7	7,6	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	12,9	
	VI	70,5	13,7	2,1	0,2	0,4	0,1	0,1	12,9	
	VII	77,3	9,5	2,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10,7	
	VIII	66,1	21,3	2,4	0,3	0,2	0,1	0,1	9,5	
	IX	80,6	10,3	0,8	0,1	0,1	0,0	0,0	8,1	
Bruchsteine	1	77,5	12,9	1,6	0,1	0,1	0,1	0,0	7,7	
	2	65,4	16,3	2,8	0,2	0,2	0,1	0,1	14,9	
	3	76,0	12,3	1,2	0,1	0,1	0,0	0,1	10,2	
	4	88,7	6,3	0,9	0,1	0,0	0,0	0,1	3,9	
	5	77,5	12,9	2,0	0,1	0,2	0,0	0,1	7,2	
	6	85,9	8,9	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1	4,4	
	7	85,2	8,6	1,3	0,1	0,2	0,1	0,1	4,4	
	8	69,3	10,0	1,4	0,1	0,1	0,2	0,4	18,5	

sich für den Hochofenschlackenschotter in bezug auf den Schotter aus natürlichen Gesteinen wie folgt zusammenfassen: Schlacke IX entspricht in ihrem Verhalten beim Kollern in der Trommel dem geprüften Melaphyr und Basalt mittlerer Festigkeit, die Schlacken VIII, VII und III entsprechen dem Piesberger Kleinschlag. Die Schlacken IV, V und VI sind der geprüften Grauwacke überlegen, während die Schlacken I und II ihr gleichwertig sind; alle untersuchten Schlacken sind jedoch in ihrem Verhalten bei der Beanspruchung auf Kanten- und Stofs-

festigkeit dem Granit überlegen. Bei den Trommelversuchen ergibt sich ein gleiches Verhalten der Materialien untereinander wie bei den Versuchen auf Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der Stopfhacke und die stofsweise Druckbeanspruchung nach Verfahren Rudeloff.

Auf Grund der vorstehend besprochenen Versuchsergebnisse sind von der Kommission zur Untersuchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacke »Richtlinien für die Herstellung und Lieferung von Hochofenschlacke zur Verwendung als Gleisbettungsstoff« aufgestellt worden, deren Entwurf in der Sitzung des Ausschusses vom 23. Februar 1921 genehmigt wurde. Diese »Richtlinien« fassen die für die Erzeugung und die Abnahme im Hinblick auf den besonderen Verwendungszweck zu stellenden Bedingungen in klarer und leicht anwendbarer Form zusammen. Der Reichsverkehrsminister hat mit Erlafs vom 5. Oktober 1922 verfügt, die ihm vom Ausschufs vorgelegten »Richtlinien« als Lieferungsgrundlage bei der Reichsbahn zu verwenden. Die in den »Richtlinien« enthaltenen Gütebestimmungen seien nachstehend wiedergegeben:

1. Der Kleinschlag mufs aus raum- und wetterbeständiger Schlacke von möglichst gleichmäfsigem und dicht aussehendem Gefüge bestehen. Schlacken, die ein stark blasiges, schaumiges und glasiges Gefüge haben, sind von der Abnahme auszuschliefsen.

2. Der Kleinschlag soll möglichst würfelförmig und scharfkantig sein.

3. Die Korngröfse, an den Kantenlängen gemessen, darf nicht unter 3 und nicht über 6 cm betragen.

4. Der Gehalt der Schlacke an Stücken mit glasigem Gefüge darf nicht mehr als 5 v. H. nach Raumteilen betragen.

5. Die Wasseraufnahme der Schlacke darf höchstens 3 v. H. des Gewichts betragen; nach einer Lagerung von fünf Tagen an der Luft in einem überdeckten Raume von Zimmerwärme (18 bis 20°) mufs wieder ein gleichbleibendes Gewicht erreicht sein.

6. Bei achttägiger Lagerung des Kleinschlags in Wasser dürfen höchstens 8 v. H. zerfallen bzw. zerrieseln.

7. Die Druckfestigkeit, ermittelt an aus der Schlacke herausgeschnittenen Würfeln (trocken), mufs mindestens 1200 kg/cm² betragen.

8. Die Kanten- und Stofsfestigkeit des Kleinschlags aus Hochofenschlacke ist an der Abnutzung (Durchgang durch das 7 mm-Sieb) zu messen, die höchstens 20 v. H. des Gewichtes betragen darf. Im Streitfalle ist das schärfere, gleichartige Verfahren mit je fünf aus der Schlacke geschnittenen Würfeln von je 4 cm Kantenlänge anzuwenden. Hierbei darf die Abnutzung höchstens 10 v. H. des Gewichtes betragen. Das Ergebnis dieser Feststellung ist dann für die endgültige Beurteilung mafsgebend.

9. Das Raummetergewicht für Kleinschlag aus Hochofenschlacke ist für jede Lieferung amtlich festzustellen, es darf 1250 kg für 1 m³ nicht unterschreiten.

Wie hieraus ersichtlich, beschränken sich die »Richtlinien« auf Forderungen in bezug auf Gefüge, Gestalt des Schotters (würfelförmig und scharfkantig), Korngröfse, Gehalt an glasigen Stücken, Wasseraufnahme, Verhalten in Wasser, Druckfestigkeit, Kanten- und Stofsfestigkeit und Raummetergewicht.

Auf die Widerstandsfähigkeit des Schotters gegenüber den Beanspruchungen in der Praxis (Schwellendruck usw.) ist in den Richtlinien nicht in vollem Mafse Rücksicht genommen worden, obgleich es wünschenswert ist, dafs auch bezüglich dieser Eigenschaft weitere Forderungen gestellt werden. Der beschriebene Druckversuch von Rudeloff ist geeignet, diesem Bedürfnis Rechnung zu tragen. Diese Prüfart ist um so zweckmäfsiger, als hierbei auf die unter Umständen mit vielen Schwierigkeiten und Weitläufigkeiten verbundene Feststellung der Druckfestigkeit an Würfeln verzichtet werden k
Das Schneiden von Würfeln stöfst in der Praxis insofe
Schwierigkeiten, als das Material stets als Schotter ang
wird, aus dem sich geeignete Versuchsstücke meist ga
oder nur mit grofsem Arbeits- und Kostenaufwand
schneiden lassen. Es können auch Fälle eintreten, in
der Lieferung einzelne grofse Stücke beigefügt sind, d
grofse Dichtigkeit und Druckfestigkeit aufweisen, währ
dem angelieferten Schotter selbst viele porige und
feste Stücke enthalten sind. Aufser dem Vorteil, dafs
die Einführung der Druckprüfung nach dem Verfahren Ru
diese Unsicherheit beseitigt wird, besteht noch der grof
zug, dafs das Material nicht als Stoffprobe, sondern als
Baustoff geprüft wird, im Ergebnis der Prüfung also au
Form des Schotterstückes Rechnung getragen wird. Ei
plattiges Schotterstück, das als Oberbaumaterial weniger g
ist, wird wegen seiner scharfen Kanten geringere Wide
fähigkeit besitzen als ein kubisches mit nahezu rechten W
Bei der Festsetzung einer zulässigen Höchstgrenze fü
Grad der Zertrümmerung nach dem Druckversuch von Ru
würden somit die mehr plattigen Schotterstücke als Au
für die ungünstigere Form höhere Festigkeiten aufzu
haben als die kubisch gestalteten, um den gestellte
forderungen zu entsprechen.

Um die zulässige Grenze der Zertrümmerung nac
Verfahren Rudeloff zu ermitteln, haben die Verfasse
suche nach dieser Richtung mit den Schlacken II, V
IX und vergleichsweise mit natürlichen Gesteinen von be
Druckfestigkeit durchgeführt. Das Korn der verw
Schotterstoffe lag zwischen 3 und 6 cm. Als Vergleichsm
dienten:

Granit mit . . . . . $\sigma_b = 2840$ kg/cm²
Grauwacke mit . . . . $\sigma_b = 3010$ «
Trachyt mit . . . . . $\sigma_b = 1360$ «

mittlerer Druckfestigkeit.

Die Proben wurden entsprechend den früheren Ve
mit 20000 kg gedrückt und der Grad der Zertrüm
durch die Siebanalyse festgestellt. Die Ergebnisse
Übersicht 9 enthalten und in Abb. 5, Taf. 33 zeich

Übersicht 9.

Ergebnisse der Druckversuche nach dem Ver
Rudeloff.

Mittel aus je drei Versuchen.

Korngröfse des Materials vor dem Versuch: 3,0 bis 6,0
Die schräg gedruckten Zahlen sind die Rückstände zwis
zwei Sieben.

	Art des Materials	Durchgänge in % durch die Siebe überschriebenen Maschenweiten				
		6,0	3,0	2,5	2,0	1,0
Hochofenschlacke	II	100,0	80,6	70,7	60,0	43,2
			19,4	*9,9*	*10,7*	*16,8*
	VIII	100,0	76,4	66,2	51,4	32,7
			23,6	*10,2*	*14,8*	*18,7*
	IX	100,0	80,6	71,0	57,5	39,0
			19,4	*9,6*	*13,5*	*18,5*
Bruchsteine	Granit ($\sigma_b = 2840$ kg/cm²)	100,0	79,2	64,7	50,9	29,6
			20,8	*14,5*	*13,8*	*21,3*
	Grauwacke ($\sigma_b = 3010$ kg/cm²)	100,0	68,3	56,2	44,0	24,9
			31,7	*12,1*	*12,2*	*19,1*
	Trachyt ($\sigma_b = 1360$ kg/cm²)	100,0	85,5	77,7	67,1	46,3
			14,5	*7,8*	*10,6*	*20,8*

gestellt. Da gemäfs den Richtlinien für Hochofenschlacken-tter wie auch für Schotter aus Naturgestein eine Mindest-kfestigkeit von 1200 kg/cm² vorgeschrieben ist, so würde Trachyt in bezug auf Druckfestigkeit den Anforderungen Schotter noch genügen.

Wie aus den Werten in Übersicht 9 ersichtlich ist, schwankt Durchgang durch das 5 mm-Sieb für die drei Schlacken-en zwischen 23,1 und 34,4 % und für die drei Bruchstein-en zwischen 14,6 und 30,7 %. Nach den oben besprochenen ebnissen der im Auftrage des Ausschusses für Hochofen-acke ausgeführten Druckversuche (Übersicht 7) liegt der Durch-g durch das 6 mm-Sieb für die vier geprüften Schlacken-en zwischen 18,7 und 29,5 % und beträgt für die beiden chsteinsorten (Basalt und Granit) 9,8 und 27,0 %. Nach em Befunde würde man, wenn man für die Beurteilung Grades der Widerstandsfähigkeit von Schotter gegen all-lich gesteigerten Druck (Schwellendruck) den Durchgang ch das 5 oder 6 mm-Sieb als mafsgebend erachtet, 30 bzw. % Durchgang noch als zulässigen Wert für den Grad der rümmerung gelten lassen können. Legt man jedoch dieser rteilung den Durchgang durch das 7 mm-Sieb zugrunde, es in den Richtlinien für Gleisbettungsstoffe bei der mmelprobe geschieht, so könnte man einen etwas gröfseren chgang zulassen, und zwar glauben die Verfasser auf Grund vorliegenden Versuchsergebnisse als höchst zulässiges Mafs die Zertrümmerung beim Druckversuch einen Durchgang 40 % durch das 7 mm-Sieb vorschlagen zu können*).

*) Bei Anwendung gelochter Siebe mit Löchern von 5, 6 oder n Durchmesser müfste natürlich der zulässige Durchgang ent-chend geringer bemessen werden, und zwar für das

5 mm Sieb zu 20 %
6 „ „ „ 25 „
7 „ „ „ 30 „ .

Nach dem heutigen Stande der Materialprüfung, die durch ihre Versuchsverfahren lediglich die Stoffeigenschaften zu ergründen sucht unter bewufster Ablehnung der Nachahmung der Betriebsverhältnisse, sind die beiden anderen Verfahren von Rudeloff, Bestimmung des Widerstandes gegen stofsweise wirkende Druckbeanspruchung und gegen Schlag mit der Stopfhacke, als überholt anzusehen, abgesehen davon, dafs sie aufserdem umständlich und zeitraubend sind. Ein sicheres und brauchbares Mittel zur Feststellung der Widerstandsfähigkeit gegen Stofs ist in der Trommelprobe gegeben, die auch Eingang in die »Richtlinien« gefunden hat. Einer anderen Prüfart zur Ermittlung der Kanten- und Stofsfestigkeit wie etwa des von verschiedenen Seiten für diesen Zweck vorgeschlagenen, in Frankreich eingeführten Verfahrens Deval, dessen Ausführungsweise als bekannt vorausgesetzt wird, bedarf es nach Ansicht der Verfasser nicht, da das Ergebnis der Trommelprobe eine völlig ausreichende Beurteilung des Widerstandes von Schotter gegen Stöfse, sowie gegen die abnutzende Wirkung durch Schläge gestattet.

Die Trommelprobe wird sogar in diesem Falle für geeigneter gehalten als die Devalprobe, weil sie als Prüfeinrichtung eine Trommel mit wellenförmig gestaltetem Mantel benutzt, wodurch eine stärkere Beanspruchung des Schotters bewirkt wird als in der Devaltrommel, die mit einem zylindrischen Mantel versehen ist.

Das über die Richtlinien für Gleisbettungsstoffe Gesagte gilt auch für die vom Ausschufs für Untersuchung von Hochofenschlacke zur Aufstellung in Aussicht genommenen »Richtlinien für die Herstellung und Lieferung von Hochofenschlacke als Strafsenbaustoff«, da die Anforderungen, die unter praktischen Verhältnissen an das Material gestellt werden, in beiden Fällen nahezu die gleichen sind. Auch hier dürften der Druckversuch nach dem Verfahren Rudeloff und der Trommelversuch eine wertvolle Ergänzung der Prüfungsbestimmungen in den genannten Richtlinien bilden.

Zulassung von Kreuzungen bei Gleisentwicklungen.

Von Dr. Ing. **W. Cauer**, Geh. Baurat, Professor, Berlin.

In seinem Aufsatze: »Über die schienenfreien Gleisentklungen«*) in Heft 5 des Organs 1927 setzt Herr Reichsnrat Dr. Ing. Bäseler, München, einen Meinungsaussch fort, der sich bisher in der Verkehrstechnischen che abgespielt hat, und dessen Vorgang zwei Aufsätze des Herrn Bäseler in der Zeitung des V. d. E. V. bildeten. (Vergl. die Lit.-Angaben in der Fufsnote zu dem Bäselerschen Aufsatz auf S. 73 des Organs 1927). Da nicht bei allen Lesern des Organs vorauszusetzen ist, dafs sie meine früheren Äufserungen in der V. W. gelesen haben, bin ich leider genötigt, nochmals zu erwidern, will mich aber in der Hauptsache auf den Kern der Streitfrage beschränken.

Bei den Bäselerschen Vorschlägen handelt es sich um zweierlei: Erstens will er bei kreuzungsfreier Gleisabzweigung von einer zweigleisigen Eisenbahn grundsätzlich dadurch die Entwicklung verbessern, dafs er die Abzweigungsweiche in die Nachbarschaft der Gleisüberwerfung des einen abzweigenden Gleises mit dem anderen Stammgleis legt, weshalb er den beiden Stammgleisen an dieser Stelle eine um solches Mafs verschiedene Höhenlage gibt, wie es für die Gleisüberwerfung ausreicht. Zweitens aber schlägt er vor, in solchen Fällen, wo von zwei oder mehreren Gleispaaren andere Gleise abzweigen, die Stammgleise in zwei Scharen abwechselnd hoch und tief zu legen. Die von den Stammgleisen der einen Schar abzweigenden Gleise gehen dann ohne weiteres kreuzungsfrei über oder unter den Gleisen der anderen Schar hinweg. Dagegen kreuzen sie mit Stammgleisen der gleichen Schar, d. h. in der Regel mit in gleicher Richtung befahrenen Gleisen.

Hinsichtlich des ersten Vorschlages liegt keine wesentliche Meinungsverschiedenheit vor. Solche gedrungenen Lösungen sind auch früher schon in geeigneten Fällen mit Vorteil verwendet worden. Wenn Herr Bäseler jetzt den Eindruck, dafs er sein Verfahren als das Regelverfahren der Zukunft hinstellen wollte, dahin richtig stellt, er habe nur eine neue Regel

*) Den Ausdruck „Schienenfreie Gleisentwicklung“, den ich ier selbst versehentlich gebraucht habe, hatte ich (V. W. 1926, 334, Fufsnote 1) bemängelt, weil Gleise stets aus Schienen hergestellt werden, also nicht schienenfrei sein können. Herr Bäseler dies zu, ist aber durch die von mir angewandte Bezeichnung euzungsfreie Gleisentwicklung“ noch weniger befriedigt. Man uche die Kreuzung unvermeidlich als Hauptbegriff, wenn man schen überflüfsigen und notwendigen unterscheiden wolle, oder schen schienenfreien und schienengleichen. Darauf ist zu erern, dafs Kreuzung (Kreuzen) allerdings mehrere Bedeutungen . Aber die schafft Herr Bäseler durch seine Bezeichnungsweise h nicht fort. In den Begriffen: Spaltungskreuzung, Trennungsuzung, Kreuzungen von Zugfahrten, Einfahrtkreuzungen, Kreuzungen Umstellfahrten mit Zugfahrten usw., wie solche Herr Bäseler h gelegentlich angewandt hat, bedeutet Kreuzung überall das enseitige Durchschneiden in Schienenhöhe. Dazu bildet das, was r Bäseler „schienenfreie Gleisentwicklung“ nennt, den Gegenz. der also folgerichtig mit dem Worte „kreuzungsfrei“ bezeichnet d, während „schienenfrei“ hier nicht nur, wie oben bemerkt, lersinnig ist, sondern auch die erwünschte Betonung des Gegenzes unterläfst und so der Ausdrucksschärfe entbehrt. In der eiten Auflage meines Buches „Personenbahnhöfe“ bin ich gerade ch das Streben nach Schärfe des Ausdrucks dazu gekommen, rall das Wort „kreuzungsfrei“ zu verwenden. Ich glaube nicht, s der Leser daran Anstofs nehmen wird, wenn daneben im Befsfalle von einem Kreuzungsbahnhof, von der Kreuzung des Verfs zweier Eisenbahnen (im weiteren Sinne des Wortes Kreuzung) Rede ist. Übrigens sind Herrn Bäselers „schienenfreie Gleiswicklungen“ nicht ganz kreuzungsfrei.

neben den vorhandenen älteren aufstellen wollen*), so erübrigt sich ein nochmaliges Eingehen auf diesen Punkt.

Hinsichtlich des zweiten Vorschlages habe ich die gegenseitigen Kreuzungen von in gleicher Richtung befahrenen Hauptgleisen in der von Herrn Bäseler vorgeschlagenen Anordnung für betriebshemmend und betriebsgefährlich erklärt, und diesen Vorschlag, der tatsächlich neu und, soweit bekannt, Herrn Bäselers geistiges Eigentum ist, grundsätzlich abgelehnt**). Insbesondere habe ich an Hand der von Herrn Bäseler in Abb. 2 auf S. 75 der V. W. 1926 gegebenen Verdeutlichung seiner Absicht (jetzt in Abb. 3, Tafel 11, Heft 5 des Organs leider sehr unklar wiedergegeben und ergänzt) folgendes bemerkt (V. W. S. 335, 1926): »Wenn von einer einem Personenbahnhofe zulaufenden zweigleisigen Eisenbahn vor ihrem Einlauf in den Personenbahnhof Gütergleise abzweigen, um in einen von dem Personenbahnhof nach der Strecke zu vorgeschobenen Umstellbahnhof oder Güterbahnhof einzutreten, so entsteht dort, sofern die sicherungstechnische Lösung einwandfrei getroffen wird, eine Blockstelle mit Abzweigung, bei der die Güterzüge in den Umstell- oder Güterbahnhof eintreten und in entgegengesetzter Richtung aus dem Umstell- usw. Bahnhof auf die freie Strecke gelangen, während die Personenzüge in beiden Richtungen, d. h. sowohl auf ihrem Wege nach wie von dem Personenbahnhof, auf der freien Strecke verbleiben. Ebenso ist es in dem von Herrn Bäseler in Bild 2 auf S. 75 der V. W. dargestellten Falle, dafs von zwei neben einander einem Personenbahnhofe zulaufenden zweigleisigen Eisenbahnen vorher Ein- und Ausfahrgleise eines vom Personenbahnhof nach der Strecke zu vorgeschobenen Umstellbahnhofs abzweigen. Herr Dr. Bäseler betont nun, dafs die Einfahrsignale des Umstellbahnhofs aufserhalb der Abzweigungsweichen stehen und folgert daraus, dafs diese innerhalb des (Umstell-) Bahnhofs lägen. Hieraus wieder schliefst er, dafs es unbedenklich ist, an dieser Stelle auch Kreuzungen der Personenhauptgleise mit den gleichgerichteten Güterhauptgleisen je der anderen der beiden Eisenbahnen zuzulassen, da nach B. O. § 13 Kreuzungen von Hauptbahnen nur aufserhalb der Einfahrsignale der Bahnhöfe verboten seien. Hier liegt in der Tat ein Irrtum vor. Die betreffende Stelle befindet sich allerdings innerhalb der Einfahrsignale des Umstellbahnhofs, aber für die Personenzüge zwar unter Deckung der einflügligen Blocksignale, aber doch auf freier Strecke, an der die Personenzüge, wenn nicht sonstige Gründe dies verhindern, die volle Streckengeschwindigkeit haben«.

*) Auf S. 74, Sp. 2 der V. W. 1926 heifst es: „Was ist ein Bahnhof in der jetzigen Form, wenn wir diesen Mafsstab anlegen? Bedenkt man den vielen verlorenen Platz, den die Weichen und Zwischengleisstücke einnehmen, und die grofsen inneren Bewegungshemmungen, die die Zwangläufigkeit der Schienenführung bewirkt, so kann man erwidern: „Ein grofser Raum, auf dem wenig ist (nämlich wenig nutzbares) und noch weniger geschieht Die üblichen Gleisentwicklungen setzen dem die Krone auf.“ Auf derselben Seite, Sp. 1 will er seine Entwicklungen sogar auf den ganz anders gearteten Fall des Bahnhofs Darmstadt anwenden, und sagt bezüglich des Geländebedarfs: „Ich glaube allerdings, dafs die zügige Form, die meine Entwicklungen ergeben, sie in dieser Hinsicht in den meisten Fällen sehr überlegen macht“. Wer diese und andere ähnliche Äufserungen in den früheren Bäselerschen Aufsätzen in Betracht zieht, wird mit mir von der jetzigen Einschränkung seiner früheren Ansprüche befriedigt sein. Wenn er jetzt sagt, seine Ausführungen wendeten sich gerade gegen eine gewisse Übung, die nach Ausweis der Handbücher und der Praxis Gefahr laufe, ein Schema zu werden, so ist das vortreffliche Odersche Handbuch der Ingenieurwissenschaften bekannt durch sein verständnisvolles Eingehen auf die Betriebsbedürfnisse jedes einzelnen Falles. Ferner würde ein Blick in mein Buch Personenbahnhöfe Herrn Bäseler gezeigt haben, dafs er als Gegner des Schematismus in mir einen Bundesgenossen hat.

**) Ich habe aber (V. W. S. 335, 1926 Fufsnote 2 und S. 336, 1926) ausdrücklich hervorgehoben, dafs die grundsätzliche Ablehnung nicht ausschliefst, dafs man sich im Notfalle, namentlich, wo man durch vorhandene mangelhafte Anlagen gebunden ist, zu solcher Anordnung als dem kleineren Übel entschliefsen kann. Ob das für den Fall Pasing zutrifft, darüber bin ich gern bereit, mich mit Herrn Bäseler gelegentlich persönlich an Hand des Planes auseinanderzusetzen. Hier würde es zu weit führen.

Hierüber äufsert nun Herr Dr. Ing. Bäseler sei staunen. Die Signale, die ich als Signale einer Blockstel Abzweigung aufgefafst habe, »sollten selbstverständlich für den Personenbahnhof Einfahrsignale sein«. Herr Bäs sagt dann weiter, dafs namentlich von den Fachgenosse amtlich mit diesen Fragen zu tun haben, alle die er b habe, die Ausführungen in seinem Sinne aufgefafst Meinerseits liege also ein grofses Mifsverständnis vor.

Nun bitte ich die Leser des Organs sich die in A Taf. 11 wiedergegebene frühere Abbildung der V. W. sehen, in der Herr Bäseler die in der früheren Abbi allein dargestellte Gleisabzweigung durch Angabe des we Verlaufs des Umstellbahnhofs nach links hin und durch zeichnung der Lage der Bahnsteiggleise ergänzt hat. Ich allerdings nach der früheren Skizze nicht voraussetzen, da Umstellbahnhof auf der Gegenseite des Personenbahnhofs, an ihn grenzend, also in besonders teuerem Gelände und Möglichkeit, einen Ortsgüterbahnhof dazwischen zu sch angelegt werden sollte. Würde aber bei Parallellage de stellbahnhofs auf der Gegenseite des Personenbahnhofs üblich, zwischen beiden ein gröfserer Abstand gewah rückte natürlich die Abzweigstelle weiter vom Personenba ab, noch mehr, wenn man, wie dies häufig ausgeführt is Umstellbahnhof in ganzer Länge gegen den Personenba nach der Strecke zu hinausschiebt. Aber auch wenn unwirklicher Bahnhof, wie Herr Bäseler ihn in Abb. 3, T ergänzt hat, vorauszusetzen war, so ist doch auch hi Umstellbahnhof, wie ich es angenommen hatte, gege Personenbahnhof nach der Strecke zu vorgeschoben, und so weit, dafs die Einfahrsignale des Umstellbahnhofs Herr Bäseler selbst anführt, 700 m von den Anfänge Bahnsteige entfernt stehen. Das aber ist eine Entfernu der man, »sofern die sicherungstechnische Lösung einwa getroffen wird«, das hatte ich ausdrücklich vorausgesetz den Personenhauptgleisen eine Blockstrecke zwischen di zweigstelle und die erheblich näher an die Bahnsteige zurückenden Einfahrsignale des Personenbahnhofs einsc wird. Die Blockstrecke wird dabei für Personenzüge ausrei lang. Die von Herrn Bäseler als »selbstverständlich ausgesetzte Lösung, bei der die die Abzweigung der gütergleise deckenden Signale zugleich Einfahrsignal Personenbahnhofs sind, würde die Anlage sicherungstec unübersichtlich machen, die Zugfolge verlangsamen und Leistung von Bahnhof und Strecke herabsetzen.

Aber Herr Bäseler gibt selbst zu, dafs die A Taf. 11 eine nicht durchgearbeitete Skizze ist. Um eine liche Anschauung von dem zu geben, was gemeint ist, in Abb. 4 a und b, Taf. 11 und Abb. 1a bis e Taf. 12 beiderseitig (soll heifsen in ganzer Länge, nicht nur f eine Ende) nach seinen Vorschlägen entwickelten Bahnho ständig und mafsstäblich durchgezeichnet (Entwurf I).

Zunächst ist hier bemerkenswert, dafs bei diesem En auf der Gegenseite des Personenbahnhofs nicht, wie i früheren Veröffentlichungen, ein Umstellbahnhof, sonde Ortsgüterbahnhof angeordnet ist. Dessen Länge ist na viel geringer. Wenn man die Mehrlänge eines Umstellba gegenüber den Bahnsteiggleisen eines Personenbahnhofs mindestens auf 2,5 km schätzen kann, ich also Herrn Bäs Auffassung weit entgegengekommen bin, wenn ich ihm dafs hiervon am einen Ende nur 700 m liegen (am a Ende also dann mindestens 1800 m; soll da auch keine strecke zwischengeschaltet werden?), so rücken hier an Enden die Abzweigungen so nahe heran, wie es die entwicklung möglich macht. Aber auch so, d. h., wen Umstellbahnhof durch einen Ortsgüterbahnhof ersetzt wir Herr Bäseler die geringe Länge von 1700 m zwische an beiden Enden befindlichen Abzweigungssignalen fü Güterverkehr (zugleich Einfahrsignale für den Personenba

ıdurch erreicht, dafs die Gütereinfahrgleise der einen ·ichtung durch den ganzen Bahnhof in Hochlage durch- t sind. Man sehe sich diesen Entwurf eines »Bahnhofs henbauwerk« *) einmal näher an. Die Umstellbewegungen en zweien der Hauptgütergleise und den Aufstell- und eisen haben mittels Ausziehens in etwa halbhochliegende hgleise, 6,0 m und mehr Höhenunterschied zu überwinden ·hebliche Wege zurückzulegen. Das Gesamtgebilde des ofs ist durch den zwischen Personen- und Güterbahnhof eten Damm nicht nur unübersichtlich, sondern bei dieser nung fehlt es auch an geeigneten Querverbindungen, um llbewegungen von der einen zur anderen Seite vorzunehmen. erfordern vielmehr mehrmaliges, weit ausholendes Hin- ter-Sägen. Dies gilt z. B. für die wichtigen Umstell- ngen zwischen der (übrigens unglücklich angeschlossenen) anlage und dem Ortsgüterbahnhof; ebenso für Lokomotiv- ungen, sei es von einer Bahnhofsseite zur anderen, sei h und von dem Lokomotivschuppen, der in der Abbildung angegeben ist, für den aber bei der getroffenen Gesamt- nung ein günstiger Platz kaum zu finden sein wird. ge künftige Bahnhofsumgestaltungen werden bei diesem bauwerk auf grofse Schwierigkeiten stofsen. Einen die bsbedürfnisse (vergl. wegen dieser auch Luegers Lexikon esamten Technik, 3. Aufl. Bd. 1, S. 382 und Abb. 10) vernachlässigenden Bahnhofsentwurf konnte ich doch, hen davon, dafs ein Ortsgüterbahnhof kein Umstellbahn- t, unmöglich als von Herrn Bäseler gedacht voraus- . Aber auch bei diesem Bahnhof beträgt, wie Herr ler anführt, der Abstand von den Abzweigungssignalen den Bahnsteigen rund 700 m, so dafs auch hier, wenn r Bahnhof überhaupt für die Ausführung in Betracht die Zwischenschaltung von Blockstrecken angezeigt Herrn Bäseler sind wegen der hoch liegenden gleise übrigens selbst Bedenken gekommen. Er sagt: das immerhin für manche Zwecke hinderlich sein mag, Abb. 5, Taf. 11 ein Bahnhofflügel gezeichnet, bei dem die Gütergleise beider Richtungen auf eine Höhenlage mengeführt sind«. Hierbei wird natürlich, zumal wenn mbare Neigungen angewandt werden, die Länge zwischen eigungssignalen und Bahnsteigbeginn gröfser. Nach ler »kommen auch dann keine Längen heraus, die es ıdern würden, die Entwicklung unter den Schutz der hrsignale zu legen.« Ist denn das etwa erwünscht? Nach r Auffassung kommen dann im Gegenteil erst recht en heraus, die es ermöglichen, statt der ungünstigen, von ı Bäseler angestrebten Signalanordnung, eine Blockstrecke ıenzuschalten. Aber selbst wenn man die unzweckmäfsige lnung treffen wollte, die Einfahrsignale des Personen- ıofs auf 700 m oder mehr vom Bahnsteigbeginn abzurücken, ürden doch die Züge an dieser Stelle wegen der den notivführern bekannten Örtlichkeit noch eine hohe ıwindigkeit besitzen. Die Gefahren eines Zusammenstofses r in der Einfahrt kreuzenden Züge, eines Personen- und Güterzuges, blieben auch trotz der formell im Bahnhof ıden Kreuzung erheblich **).

*) Wenn Herr Bäseler anscheinend für sich in Anspruch nimmt, aumvorstellung in das Entwerfen von Bahnhöfen eingeführt zu . so ist zu betonen, dafs selbstverständlich von jeher eine gute vorstellung Vorbedingung für jedes Entwerfen von grossen ıofsanlagen ist. Und zwar mufs verlangt werden, und wird ı meinen Schülern verlangt, dafs die Raumvorstellung lediglich ınd der Höhenzahlen und Neigungszeiger des Lageplans zu- e kommt.

**) Meiner Äufserung gegenüber, er habe einen schnellfahrenden nit einer Schutzweiche von 190 m Halbmesser ablenken wollen, t Herr Bäseler (Organ 1927, S. 76), man könne heute mit Steil- en bei 1:9 leicht 500 m Halbmesser erzielen. Auf seiner Abb. 2, . 1926, S. 75 wurde der Schnellzug mit einer doppelten Kreuzungs- e abgelenkt, was die jetzt von ihm für seine Beweisführung an- ene Abb 6a auf Taf. 11 nicht wiedergibt. Er hat nun trotzdem in- ı recht, als durch Verwendung einer ungewöhnlichen Gleis- und Weichenanordnung auch bei einer doppelten Kreuzungsweiche ein Halbmesser von 500 m hergestellt werden kann. Sein abgelenkter Personenzug würde dann in der Weiche nicht entgleisen, er würde aber dann mit voller Streckengeschwindigkeit in ein Gütereinfahrgleis einfahren, das von einem Zuge besetzt sein kann. Für diejenigen Güterzüge aber, die von B durch die genannte doppelte Kreuzungsweiche in die äufserste Einfahrgleisgruppe einfahren, ist überhaupt keine Schutzweiche vorhanden.

Hiernach mufs ich das von Herrn Bäseler behauptete grofse Mifsverständnis wenigstens für mich ablehnen, vielmehr dabei bleiben, dafs die Bäselersche Anordnung mit schienengleicher Kreuzung der in gleicher Richtung befahrenen Gleise betriebshemmend und betriebsgefährlich ist, und dafs sie weder für die Abzweigung der zu einem Umstellbahnhof führenden Gütergleise, noch für die Abzweigung der Hauptgütergleise eines Ortsgüterbahnhofs, wie ihn Herr Bäseler jetzt entworfen hat, als Regelanordnung empfohlen werden kann, abgesehen davon, dafs der neue Bahnhofsentwurf wegen seiner betrieblichen Unzulänglichkeit abzulehnen ist.

Daran ändert es auch nichts, dafs Herr Bäseler einen Hauptvorzug in angeblicher, erheblicher Kostenersparnis sieht. Und wie ist es mit dieser Kostenersparnis bestellt? Herr Bäseler hat einen Kostenvergleich zwischen seinem Entwurf und einem Gegenentwurf in üblicher Anordnung (Abb. 2a und 2b auf Taf. 12, Entwurf II) aufgestellt. Dieser Kostenvergleich ergibt zugunsten des Bahnhofs mit Höhenentwicklung einen Kostenunterschied von rund 1800000 RM., von denen 1130000 RM. an einmaligen (Bau)-Kosten und 675600 RM. an kapitalisierten Betriebskosten. In den einmaligen Kosten spielen die Hauptrolle 1020000 RM. für Mehrbedarf an Gelände. Dabei hat Herr Bäseler etwas willkürlich durchweg Baugelände mit einem Einheitspreis von 12 RM. für das Quadratmeter vorausgesetzt, und hat ferner angenommen, dafs dieses Gelände durchweg ungenutzt bleibt. Dabei wäre es doch (vergl. Abb. 2b auf Taf. 12), abgesehen von etwaigen Beamtensiedlungen sehr wohl möglich, erhebliche Teile der zwischen den Bahndämmen verbleibenden Zwickel für Abstellanlagen, für das fehlenden Lokomotivschuppen, als Bahnmeistermagazin usw. zu verwenden. Die ferner berechneten dauernden Ausgaben beziehen sich hauptsächlich auf die Besetzung von vier nach Herrn Bäselers Ansicht bei der üblichen Anordnung mehr erforderlichen Stellwerken mit 12 Stellwerkswärtern. Aber auch bei der üblichen Anordnung ist man stets bestrebt, die Aufsenstellwerksanlagen zweier in derselben Hauptrichtung dem Bahnhofe zustrebenden Bahnlinien zu einem Stellwerk zusammenzufassen; bei Annahme derselben gegenseitigen Neigung der Bahnlinien, wie in dem Entwurfe I, würde dies sicherlich möglich gewesen sein. Ob dann die zwei Stellwerke, die danach gegenüber Herrn Bäselers Entwurfe I, aufsen mehr erforderlich geworden wären, nicht durch zweckmäfsigere Bezirkseinteilung in einem nicht durch grofse Höhenunterschiede zerrissenen Bahnhof mindestens wieder ausgeglichen werden könnten, liefse sich erst an durchgearbeiteten Entwürfen feststellen, wobei aber immer wieder zu betonen ist, dafs der Entwurf I überhaupt nicht lebensfähig ist. Beweiskräftig ist also der Bäselersche Kostenvergleich nicht.

Dafs die Zulassung von schienengleichen Kreuzungen gleichgerichteter Hauptgleise gegenüber den ganz kreuzungsfreien Entwicklungen eine Verminderung der Betriebssicherheit und der Betriebsflüssigkeit bildet, sollte eigentlich nicht bestritten werden können*). So ist mir nicht verständlich, wie Herr

*) Herr Bäseler erhebt entschiedenen Widerspruch gegen meine Äufserung, dafs ich auf gröfsere, er auf geringere Sicherheit abziele, und bedauert diese Äufserung, indem er sie offenbar als unangemessen betrachtet. Dafs er aber grundsätzlich die Bestimmungen der B. O. hinsichtlich der Zulassung von Gleiskreuzungen erleichtern will, darüber stelle ich anheim, seine Ausführungen auf S. 89 der V.W. 1926 nachzulesen. Dafs seine Lösungen grundsätzlich eine Verminderung der Betriebssicherheit an gewissen Stellen bringen, zeigen die obigen Ausführungen.

Bäseler auf S. 77 des Organs folgende Ausführungen zur Begründung seiner Vorschläge macht, indem er »auf den tiefsten Unterschied in der Auffassung« kommt. Er sagt: »Allerdings hat sich das Gesicht des Eisenbahnbetriebes gegen früher vollkommen geändert; es gibt mehr und schneller fahrende Züge. Ich gehe sogar noch weiter. Ich halte es für möglich, dafs wir, namentlich unter dem Druck des Wettbewerbs der Kraftwagen, noch häufiger, noch schneller und mit noch knapperen Abfertigungszeiten werden fahren müssen, ja sogar — die Entwicklung bahnt sich schon an — mehr oder weniger ohne Fahrplan, kurz, dafs wir einen Betrieb bekommen, bei dem uns nach unseren heutigen Begriffen die Haare zu Berge stehen.«

Ein solcher Betrieb erfordert doch, auch wenn man die Bäselerschen Übertreibungen etwas mildert, die unbedingte gegenseitige Unabhängigkeit aller Fahrten, also die vollständige Vermeidung aller Fahrtkreuzungen. Herr Dr. Ing. Bäseler folgert genau das Gegenteil*). Diesem Gedankengang kann ich allerdings nicht folgen.

Herr Bäseler spricht in seinem Aufsatz von »der platonischen Idee eines Gleisplans, einer schienenfreien Gleisentwicklung, ja eines ganzen Bahnhofs«, und, unter Berufung auf Coué, von dem »künstlerischen Element in der Eisenbahn«. »Darüber könnte man Bände schreiben. Ich will niemanden überzeugen, der es nicht fühlt; die Dinge sind schwer zu beweisen; aber ich darf mitteilen, dafs schon die erste offene Aussprache darüber viele geradezu begeistert hat « Auch weiterhin entwickelt er unter Berufung auf James Watt gewissermafsen eine Philosophie der Bahnhofsanlagen. W davon nichts fühlen sollte, mit dem will er nicht streiten.

Wir verdanken Herrn Dr. Ing. Bäseler, wie ich wied holt hervorgehoben habe, wertvolle Erfindungen. Insbeson hat er den Gedanken, durch steilere Weichenentwicklung Bahnhöfe abzukürzen und dadurch billiger und leistungsfäh zu machen, als einer der ersten erfafst und wesentlich vorw gebracht. Aber, wenn er durch einseitige Verfolgung e bestimmten, von ihm vorgeschlagenen Verfahrens dahin gela wichtige Betriebsrücksichten aufser Acht zu lassen, und d sich gewissermafsen als den Propheten einer neuen Bahnh gestaltung »der Bahnhof als Höhenbauwerk« fühlt, so sch mir doch dienlicher für die Zukunftsgestaltung unserer Ba höfe eine nüchterne Abwägung aller der vielen Gesichtspun die für Betrieb und Verkehr in Betracht kommen. Wie in den Schlufsbemerkungen meines Buches »Personenbahnh ausgeführt habe, mufs, wer auf dem Gebiet der Bahnhofsanla etwas Gutes schaffen will, gewissermafsen 100 Augen ha um gewahr zu werden, welche Folgen an 99 anderen Ste eintreten, wenn er an einer Stelle etwas ändert.

* * *

Hierzu erhalten wir von Herrn Reichsbahnrat Dr. Bäseler folgende Erklärung:

Auf die vorstehenden Ausführungen näher einzuge hindert mich ihre Form. Aufserdem war m. E. alles Wes liche schon vorher geklärt. Es genügt, darauf hinzuwei dafs Herr Geheimrat Cauer auf den entscheidenden praktis Fall, nämlich Pasing, trotz Erhaltes der Urpläne nicht eing wobei nochmals betont werden mufs, dafs Pasing nicht ein einzelner »unglücklicher« Fall ist, sondern symptomati Bedeutung hat, und dafs an ihm die Relativität der Beg Strecke und Bahnhof — sachlich wie formal — mit Här zu greifen ist. Wer freilich unter den heutigen wirtsch lichen Verhältnissen der Eisenbahnen von dem Grundsatz geht, dafs eigentlich jede Kreuzung von Fahrwegen vom und möglichst durch Überwerfungen zu beseitigen sei, ko quenterweise also auch auf wirklichen Bahnhöfen, falls es hauptsächlich um durchfahrende Züge handelt, mag sehen, weit er in der Praxis damit kommt. Dr. Ing. Bäsele

Herr Geheimrat Cauer hat auf eine nochmalige Erwide verzichtet.

*) Er nimmt dabei an, „dafs wir bei allen diesen äufserst schweren Anforderungen, wieder unter dem Druck des Wettbewerbs, die Mittel nicht aufbringen können, um schienenfreie Gleisentwicklungen zu bauen, wenigstens nicht nach den älteren Regeln". Der Kraftwagenwettbewerb hat doch nur dadurch unangenehm fühlbar werden können, dafs man ihm die Landstrafsen nahezu unentgeltlich zur Verfügung stellte und ihn steuerlich weniger belastet, als die Eisenbahn. Sobald der Kraftwagen die Selbstkosten seines Betriebes, auch hinsichtlich der Abnutzung der Landstrafsen, in vollem Umfange selbst tragen mufs, und sein Betrieb auch mit der Beförderungssteuer belastet wird, mufs der Wettbewerb erheblich zurückgehen. Jedenfalls liegt keine Veranlassung vor, sich schon jetzt den Kraftwagenwettbewerb als Popanz hinstellen zu lassen, um die Pünktlichkeit und die Betriebssicherheit unserer Eisenbahnen zugunsten der Bäselerschen Vorschläge herabzusetzen.

Persönliches.

Ministerialrat Ludwig von Samarjay,

der als Vertreter der Ungarischen Staatseisenbahnen seit dem Jahre 1923 die Geschäfte des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen leitet, wurde in Anerkennung seiner grofsen Verdienste, die er sich als leitender Direktor der Maschinenhauptsektion der Staatseisenbahnen b Wiederaufbau des Wagenparks und durch Förderung und gestaltung des maschinentechnischen Fachgebietes erwarb, Präsidenten der Königlich Ungarischen Staa eisenbahnen ernannt.

Berichte.

Allgemeines.

Internationale Automobil-Ausstellung in Köln.

Am 20. Mai ds. Js. wurde in Köln die Internationale Automobil-Ausstellung für Lastwagen und Spezial-Fahrzeuge eröffnet, über deren bemerkenswerteste Neuerungen nachfolgend kurz berichtet sei.

Die Darbietungen des Deutschen Eisenbahnkraftwagenverkehrs, wie auch der „Kraftverkehr Deutschland" zeigten, wie die Reichsbahn-Gesellschaft den Kraftwagen als Betriebsmittel in ihren Betrieb aufgenommen hat. Hierzu ist besonders auf den Kraftverkehr zwischen der Güterstation München Hbf. und der städt. Grofsmarkthalle in München hinzuweisen, in dem Transportgestelle auf Rädern der Verfrachtung von Obst und Gemüse dienen, die vom Eisenbahnwagen auf den Kraftwagen gerollt werden und so eine sehr schnelle und das Gut schonende Umladung gestatten.

Das Ausland war auf der Ausstellung mit 11% der Ausst vertreten. Grofse Fahrzeuge waren in der Minderzahl zu s und wiesen gegenüber den deutschen Fabrikaten keine Besonderh auf, wenn sie auch an sich allen neuzeitlichen Anforderunge Einzelfall entsprachen.

Die deutschen Fahrzeuge haben sich vielfach seit der let Berliner Ausstellung weiter entwickelt. Der Sechszylindermotor sich weiter eingeführt und war sogar bei einem Brennabor-1½-Ton wagen zu sehen, der mit Omnibusaufbau 15 Sitzplätze hat. Fir die den Sechszylindermotor selbst herstellen, suchen ihn mit Vierzylindermotor in möglichst vielen Teilen in Übereinstimmun bringen, andere benutzen bewährte Typen wie Vomag und Mag den 75 bzw. 100 Ps Maybachmotor, Goossens und van der Z

r den B. M. B.—Motor, Mannesmann—Mulag den Selve-
Ähnliche Bestrebungen, vorhandene Wagenteile zu kaufen
auf den Einbau zu beschränken, zeigen sich bei den Getriebe-
derachsen, Kupplungen, Bremsen. Auch beim Dieselmotor
. A. N. Nürnberg ihren Vierzylinder mit dem Vierzylinder-
notor derart in Übereinstimmung gebracht und ihn verein-
dafs je nach den Ergebnissen im Betriebe schnell ohne
sten von der einen zur anderen Betriebsart übergegangen
ann. Daimler-Benz hatte ein Fahrgestell mit einem 70 PS
or ausgestellt, der nach dem Vorkammerzündverfahren
nd mit einer besondern durch einen Fliehkraftregler beein-
rennstoffpumpe ausgestattet ist, womit die Brennstoffzufuhr
ankenden Belastungen im Fahrbetriebe angepafst wird.
Vierradbremse ist heute allgemein vorhanden und man sucht
ung durch mechanische, hydraulische, (Atebremse), elek-
Goossens) Hilfskräfte, durch Luftüberdruck (Knorr) oder
k (Bosch-Dewandre) zu erhöhen.
vorzuheben ist die zunehmende Verwendung der Knorr-
bremse bei den schweren Lastwagen und Anhängewagen,
em Betrieb mit Anhängerwagen eine durchgehende, vom
bedienende Bremse ein Bedürfnis ist. Ein Lastzug bestehend
n Büssing-90-PS-Sechsradlastwagen mit Anhänger wurde im
vorgeführt. Die Bremswirkung war elastisch und stofsfrei,
gt im Zuge von hinten nach vorn. Die Betätigung der
geschieht durch Bremsfufshebel, der beim Niedertreten auf
rbremsventil wirkt, das zum Steuern der Bremsluft zum
inder jedes Rades dient. Der gewünschte Bremsdruck bleibt
chnellbremsung in Gefahr ist möglich. Je nach den Wege-
hwindigkeitsverhältnissen ist der Bremsdruck einstellbar.
nger haben Zweikammerzylinder, bei denen die Bremsung
tlüftung erfolgt. Bei unbeabsichtigter Trennung des Last-
rd demgemäfs der Anhänger selbsttätig gebremst, so dafs
Mitfahrer erübrigt.
der Abfederung ist eine bemerkenswerte Neuanordnung der
all A. G. die Faudifederung ohne Blattfedern zu erwähnen.
d ist unabhängig von dem anderen an einem Ende eines
bels (Schwingachse) befestigt, der im Rahmen drehbar
ist, so dafs beim Durchfedern des Rahmens der Radmittel-
n die Lagerung des Hebels im Rahmen einen Kreisbogen
t. Das andre Ende des Doppelhebels ist mittels ent-
der Lenker an die eigentliche Federung, einen in einem
ssenen Zylinder beweglichen und unter Prefsluft stehenden
ngegliedert, der bei auftretenden Stöfsen das Luftpolster
npreſst.

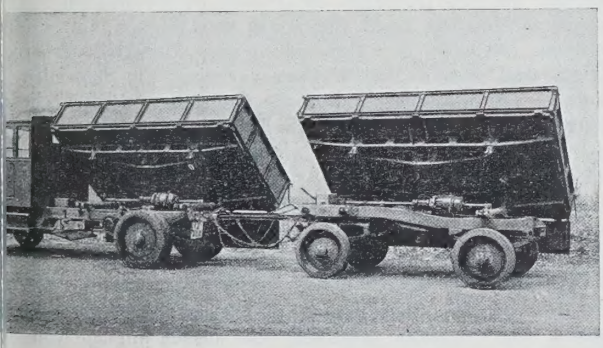


Abb. 1. „Goossens“ Drei-Seiten-Kipplastzug.

m Rahmen für Omnibusse findet man teilweise eine Rück-
n Geradrahmen, der die Lieferung billiger Fahrzeuge er-
. Durch entsprechende Federanordnung und Reifenwahl sucht
r die Gesamthöhe des Fahrzeugs mit gekröpftem Rahmen
en. Einen solchen Rahmen zeigt ein zweiachsiger Omnibus
a Lloydwerke für 20 Sitzplätze mit sechs bereiften Rädern.
chdem die Fahrgestelle bereits eine hohe Vervollkommnung
haben, wendet man sich der besseren Durchbildung der
isten zu. Neben den bekannten Stahlkasten der Waggon-
erdingen war auf dem Stand der Vomag eine neue Bauart
lspanten zu sehen, die sie mit der Werdauer Maschinenfabrik
lt hat. Rembrandt, Delmenhorst und Daimler-Benz haben
ufbauten mit Allwetterverdeck geschaffen das sich mittels
eines am hinteren Wagenende angebrachten Kurbelmechanismus, ohne die Fahrgäste zu stören, zurückziehen läfst. Der Gummistoff liegt auf eisernen Spriegeln auf, die sich in gerillten Schienen verschieben. Zur Befestigung des Verdecks wird der Stoff gegen die Schienen angeklemmt (Rembrandt) oder mit einem unter Prefsdruck stehenden Gummischlauch in eine neben der ersten Rille liegenden zweiten Rille eingedrückt (Daimler). Der Verschlufs wird somit gegen Wind und Wetter sehr dicht und der Wagen ist im Winter heizbar.

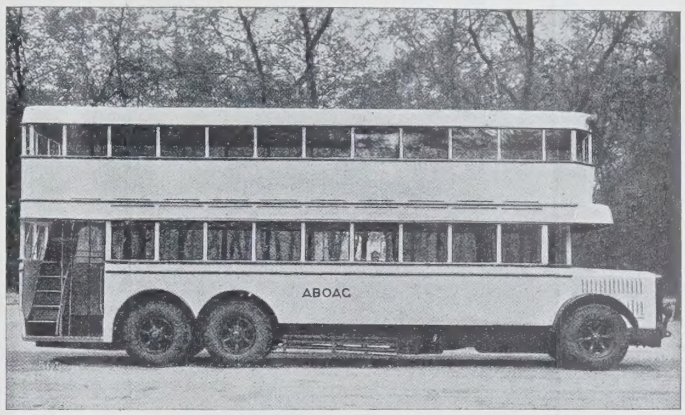


Abb. 2. Überdachter Decksitzomnibus für 81 Personen.

Der weiteren Entwicklung der Schnellastwagen wird gröfste Aufmerksamkeit geschenkt. Fried. Krupp, Essen zeigte einen 5 t Schnellastwagen mit Niederrahmen und 24/70 PS 6-Zylindermotor. Auch die elektrisch betriebenen Fahrzeuge werden ständig gröfser. Die Maschinenfabrik Esslingen hatte einen 5 t Lastwagen mit Akkumulatorenbetrieb für 75 km Fahrbereich (bei voller Last auf ebener Strafse) ausgestellt. Die Pritsche des Wagens hat einen Fassungsraum von $4 \times 2{,}1 \times 0{,}6$ m. Büssing, Braunschweig bot ein dreiachsiges Fahrgestell mit Benzin-elektrischem Antrieb durch im Fahrzeugrahmen gelagerte Elektromotore dar.

Beachtenswert sind die Bestrebungen zur selbsttätigen Kupplung des Triebwagens mit dem Anhängewagen bei Lastzügen; hierfür haben Meiller, München und die Bergische Stahlindustrie bemerkenswerte neue Anordnungen herausgebracht. Bei den Kippvorrichtungen scheinen die hydraulisch betriebenen, wie die von Meiller, Arnim Tenner, Wood vorherrschend zu werden. Sehr gut durchgebildet ist die elektrisch-mechanische Kippvorrichtung von Goossens (Abb. 1).

Hinsichtlich des Fassungsraumes der Omnibusse bildet sich neben den kleinen Wagen mit 15 Plätzen ein mittlerer mit 20 bis 25 Plätzen heraus, der für einen mittleren Verkehr sich bestens eignet und infolge kräftiger Bauart auch gröfserem Stofsverkehr gewachsen ist. Firmen wie Dürrkopp-Werke, Magirus, Komnick, Hansa-Lloydwerke, Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, Daimler-Benz, Krupp u. a haben hier neue Modelle geschaffen, die mit einem etwa 80 PS starken Motor ausgestattet sind und eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/Std. haben. Bei den Grofswagen dürfte mit dem dreiachsigen 75 bzw. 100 PS Büssing-Omnibus mit einem zweistöckigen überdachten Aufbau der Wagenbauwerke, Berlin für 81 Sitzplätze das z. Zt. Höchste erreicht sein (siehe Abb. 2). Der Wagen ist für den Berliner Verkehr bestimmt und wiegt trotz seiner Mächtigkeit besetzt nur 12000 kg. Przygode.

Erweiterung der Untergrundbahn in London.

Das Netz der Londoner Untergrundbahnen wurde in den letzten Jahren um zwei Strecken erweitert. Es handelt sich hierbei um die City & South London Railway von Clapham bis Morden und um die London Electric Railway zwischen Charing Crofs und Station Kennington der ersteren Gesellschaft, mit Anschlufs an diese und Wendeschleife in Kennington (siehe Abb. 1). Die Gesamterweiterung beträgt rund 12 km.

Als Normalquerschnitt wurde für jedes Gleis eine eisengepanzerte Röhre, wie die Abb. 2 zeigt, vorgesehen. Die durchschnittliche Tiefe unter Erdoberfläche beträgt etwa 12 m. Die

Tunnel haben in der freien Strecke 3,56 m und in den Stationen 6,46 m Durchmesser. Die beiden nebeneinanderliegenden Tunnels haben 1,52 m gegenseitigen Abstand. Bei Annäherung an eine Station vergrößert sich dieser Abstand allmählich, um den für den Bahnsteig nötigen Platz zu gewinnen. An der Ausfahrtseite der Stationen hat das Gleis ein Gefälle von 1:30 auf 90 m, an der Einfahrtseite eine Steigung von 1:60 auf 180 m. Diese Anordnung

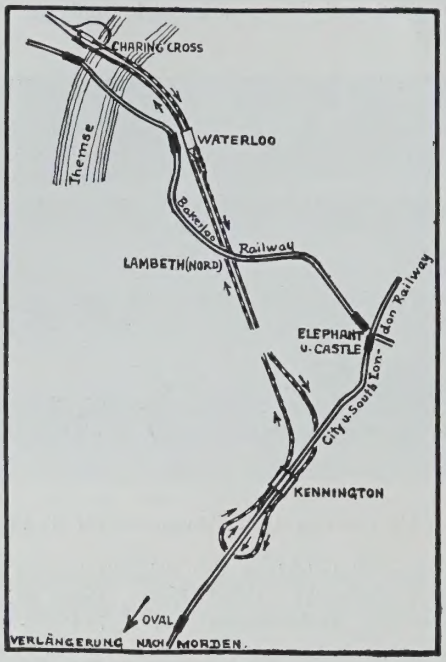


Abb. 1. Übersichtsplan über die Erweiterung der Untergrundbahn in London.

begünstigt die Beschleunigung der Züge bei der Abfahrt und ermäßigt die Geschwindigkeit bei Einfahrt in eine Station, wodurch Ersparung an Strom und geringerer Verschleiß an den Bremsen erreicht wird. Für die Arbeitsdurchführung wurden an den Stellen, an welchen Stationen vorgesehen wurden, Bedienungsschächte hergestellt, die später als Schächte für die Treppen, Aufzüge und beweglichen Treppen verwendet wurden. Die Tunnels wurden mit dem Greathead-Schild oder mit einem Drehbagger ähnlich der Schneeschleuder (siehe Organ 1926, Heft 5, S. 97) vorgetrieben. Letztere konnte nur in erdigem oder lehmigem Material verwendet werden.

Anstatt der vorgenannten Tunnelform wurden Eisenbetontunnels verwendet, soweit starkes Grundwasser auftrat. Sie wurden in offener Baugrube hergestellt. Als Begrenzung der Baugrube wurden zwei parallele Eisenspundwände gerammt, das dazwischen befindliche Erdmaterial entfernt. Hierauf wurden als rückwärtige Verschalung in 15 cm Abstand von den Eisenspundwänden Holzwände errichtet und die gesamte Eisenbewehrung für den Tunnelquerschnitt eingebracht. Nachdem der Boden betoniert wurde die fertige, fahrbare Schalung des Tunnelquerschnittes Betonierabschnitt vorgeschoben und die Wände des Tunn toniert. Nach Vollendung der Decke wurde dann die Scha den neuen Abschnitt weiter geschoben. Die Eisenspundwände wieder gezogen und an anderer Stelle zu gleichem Zweck verwendet. Die eingebauten Holzwände auf der Rückseite belassen und der ganze Hohlraum zu beiden Seiten des T mit Kies ausgestampft. Auf diese Weise wurden ungefähr Tunnel hergestellt.

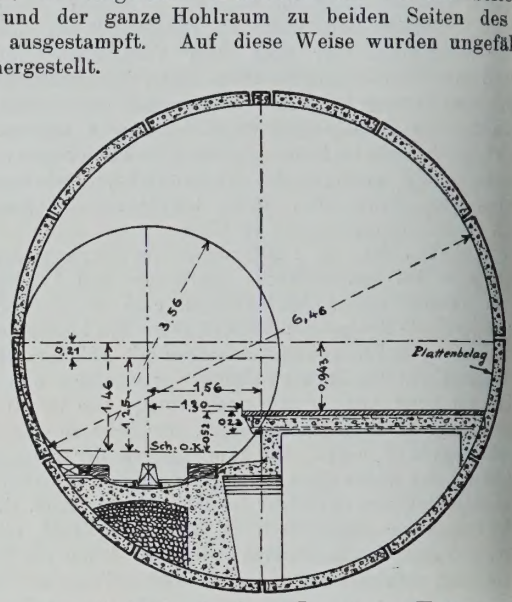


Abb. 2. Querschnitt durch einen Tunnel der Untergrund

Die Teilstrecke zwischen Charing Cross und Kennington an der Themse; sie wurde mit einem Gefälle 1:30 unter der durchgeführt. Der Tunnel für die Richtung Charing Kennington wurde in die Linie der City & South London mittels Überwerfung unter dieser Linie hindurch eingeführ hier auftretende harte Fels wurde von Hand gebrochen. Untertunnelung der Themse war für die Arbeiten mit Preß Einfluß von Ebbe und Flut von besonderer Bedeutung

Als Schienen wurden Stuhlschienen mit 57 kg Meter verwendet. Die Weichen und Kreuzungen sind aus Mang Zwischen den Schienen und Schwellen sind Gewebebauplat gelegt, um das Geräusch im Tunnel zu vermindern. Die schienen sind aus Stahl von hoher Leitfähigkeit und auf Po stützen verlegt. Zur Vermeidung der Unterhaltungsarbei Gleis sind wegen des starken Verkehrs die Schwellen i gelegt. Nur in der Endstrecke bei Morden, wo auch die stätten und Wagenhallen sich befinden, ist das Gleis in schotter gebettet. Die Signalbeleuchtung ist elektrisch, die Br elektro-pneumatisch mit Signalbeeinflussung.

Railway Age, 1926, November, S. 373.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

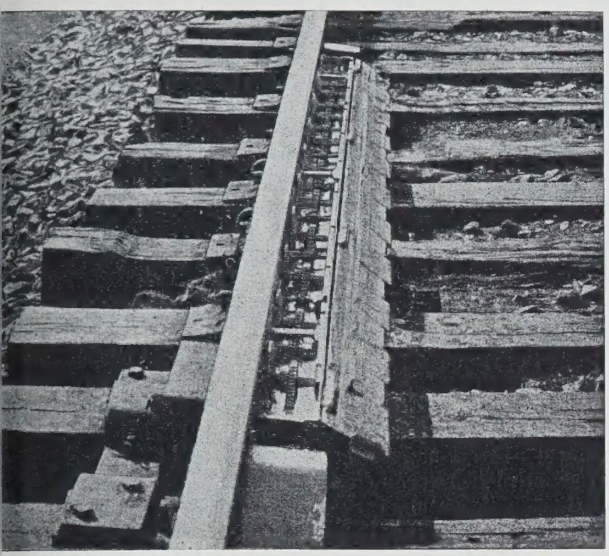
Verminderung der Schienen- und Spurkranzabnützung durch eine selbsttätige Schmiervorrichtung an der Schiene.

Eine aufsergewöhnlich starke Abnützung der Schienenköpfe in Krümmungen der Norfolk und Western-Bahn in den Vereinigten Staaten gab Veranlassung zu Versuchen mit der Schienenschmierung, deren Ergebnis eine vierfache Lebensdauer der Schienen war. Auf einer Strecke von 160 km in den Alleghany-Bergen, über die täglich 70000 t rollen, betrug die Lebensdauer der in scharfen Krümmungen mit einer Überhöhung von 112 mm liegenden Außenschienen nur zwei bis drei Jahre, während die Innenschienen um etwa die Hälfte länger brauchbar blieben.

Vor zwei Jahren begann man damit, die Schienenköpfe an den Innenseiten von Hand mit Öl zu schmieren und zwar jeweils auf zehn bis zwölf Schienenlängen an zwei aufeinanderfolgenden Krümmungen verschiedener Richtung. Dabei wurde sorgfältig darauf geachtet, das Öl von der Schienenoberfläche fernzuhalten, um die Reibung nicht zu beeinträchtigen. Nach den Beobachtungen wurde das Öl von den Spurkränzen auf 5 bis 20 km mitgenomm wurde ein Verfahren gefunden, um das Öl auf die von de kränzen angegriffenen Flächen der Schienen in einer Rei Krümmungen und Gegenkrümmungen zu verteilen.

Die Schmierung von Hand erforderte einen Dienst Schichten an jeder Schmierstelle, da die Ölung hinter jedem gefahrenen Zuge nötig ist, und so trafen 90% der gesamten auf die Bedienung. Man mußte also zu einer selbsttätigen S einrichtung gelangen und hat unter mehreren anderen vorüber verwendeten Vorrichtungen die im Nachstehenden beschriebe art Derrick als die beste und erfolgreichste befunden (sieh Sie besteht aus einem geschlossenen Ölbehälter von 3 m 125 mm Breite und 100 mm Höhe, der an der Innenseite der befestigt ist. Im Innern sind zehn um senkrecht zum Gleis s Achsen drehbare Lederscheiben von je 125 mm Durchmesser mäßig auf die Länge verteilt. Unter dem Einfluß der fahrenden Züge drehen sie sich und bringen das Öl a

ter an die Spurkränze der Räder, mit denen sie in Berührung ien. Die Wellen, auf denen die Lederscheiben befestigt sind, ı Kettenräder, über welche eine endlose Kette von der ersten ur letzten Scheibe läuft. Der Antrieb dieser Kette erfolgt ein Antriebsrad, dessen Bewegung von der gegenseitigen echten Verschiebung zwischen Schwellen und Schienen unter ollenden Last abgeleitet wird. Hierzu dient ein Schaltrad mit Klinken. Während ersteres auf der Welle des Antriebsrades sind letztere mit den Schwellen fest verbunden und mit



nenschmiervorrichtung mit abgehobenem Deckel. Die teilweise im Öl befindlichen Lederscheiben sind sichtbar.

rn gegen das Antriebsrad gepreſst. Im Takte der Schwellenıbiegungen schalten daher die Klinken das Sperrrad weiter und n damit das Antriebsrad sowie die zehn Lederscheiben. Diese ichtung wird etwa 30 m vor einer Krümmung eingebaut und egenüber an der Innenschiene stets eine Leitschiene angebracht. dient dazu, das Einklemmen der Schmierscheiben zwischen kranz und Schiene zu vermeiden und ihre Berührung mit den kranzflanken zu erzwingen. Als Schmierstoff wird ein schweres, üssiges Öl verwendet. Der Verbrauch hängt von der Stärke Verkehrs ab.

Die Beobachtungen ergaben, daſs ohne Rücksicht auf die Entng von der Schmierstelle, der aufserordentliche Verschleifs seit nwendung der Ölung vollständig aufgehört hat, und als Beweis ', daſs das Öl nicht auf die Schienenoberfläche gelangt, ist der tand angeführt, daſs die Abnützung an dieser Stelle der Schienen r regelmäſsigen Weise weitergegangen ist. Aufser der grofsen arnis an Schienenmaterial werden folgende weitere Vorteile geben: Fortfall der Löhne bei der häufigen Schienenerneuerung der Kosten der Spurberichtigungen, die Ersparnis an Radreifenrial bei Lokomotiven und Wagen, sowie der Gewinne an Geindigkeit beim Durchfahren der Krümmungen infolge des geren Laufwiderstandes.

Railw. Age 1. Hälfte 1927, Heft 24. Bttgr.

Gleisunterhaltung mit maschinellen Einrichtungen.

Im Märzheft 1927 des Bulletin ist ein Aufsatz von dem nieur Dino Levi de Veali der Mailänder Eisenbahnen ernen, der die Verwendung von maschinellen Einrichtungen bei Gleisunterhaltung behandelt.

Er kommt zu dem Ergebnis, daſs die Nachteile, die sich bei ı Anwendung ergeben, die Vorteile ausgleichen. Er ist der An, daſs in Europa ihre allgemeine Einführung nicht vorteilhaft ist.

Als Vorteile der Verwendung von Maschinen gegenüber der larbeit bezeichnet er:

Erhöhung der Güte der Arbeit.

Schonung der angesetzten Arbeitskräfte.

Erhöhung der Arbeitsleistung mit geringeren Arbeitskräften.

Die Dichtung der Bettung unter eng nebeneinanderliegenden Schwellen, wie am Schienenstoſs und bei Weichen wird bedeutend verbessert.

Der Schotter wird besser geschont und beim Stopfen nicht mehr in kleine Teilchen zerklopft.

Eine Zerstörung der Schwellenkanten und Ecken findet nicht mehr statt.

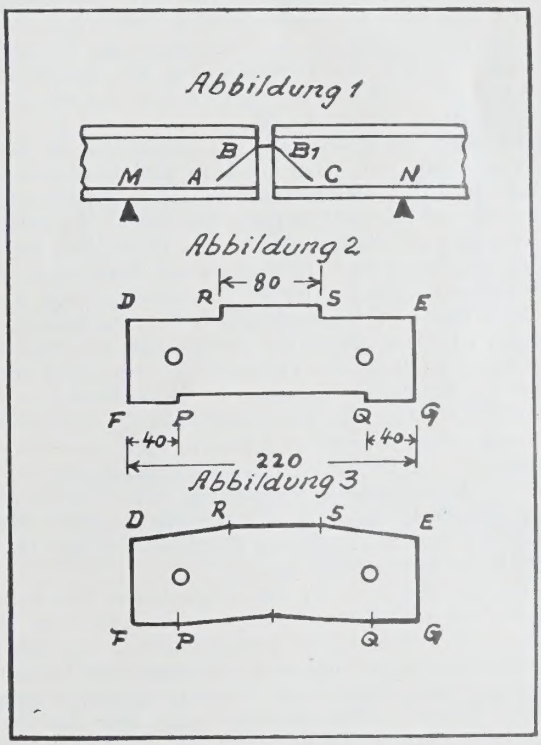
Demgegenüber besteht der Nachteil, daſs eine Umorganisation des gesamten Baudienstes bei der Bahnunterhaltung notwendig wird. Es müſste eine bedeutende Vergröſserung der Rotten- und Bahnmeistereibezirke vorgenommen werden, mit einer bedeutenden Erhöhung der Kopfzahl der Rotten. Dies würde wiederum eine Zusammenziehung der gesamten Arbeitskräfte an einem Ort notwendig machen, damit sie geschlossen an die entferntgelegeneren Teile der Bezirke verbracht werden könnten. Diese Forderung wäre nur durch Aufwendung eines hohen Kapitals für Neubauten von Arbeiterwohnungen zu lösen. Die Zeitverluste durch Hin- und Rückfahrt der Arbeitskräfte zwischen Wohnung und Arbeitsstelle wären für die Verwaltung beträchtlich.

Bei einer derartigen Vergröſserung der Rottenbezirke würden die notwendigen kleineren Nebenarbeiten der Gleisunterhaltung stark vernachlässigt werden. Auch würde die Durcharbeitung der Strecken nur mehr in gröſseren Zeitabschnitten als bisher möglich sein.

Wenn dauernd vier Gleisstopfmaschinen laufen, beträgt die Ersparnis nach Angabe des Verfassers gegenüber der Handarbeit 6 bis 15%. Scherer.

Über eine neue Laschenform (Sparrenlasche).

Die Verwendung von langen Laschen mit grofsen Anlageflächen wurde bisher als geeignet betrachtet, die schädlichen Einflüsse der Schienenstöſse auf das Gleis herabzumindern. Während derartige Laschen in verschiedenen Formen zur Verwendung gelangten, ist jetzt das Bestreben vorhanden, die Stoſsschwellen nahe zusammen zu



rücken und kürzere Laschen zu verwenden. Wenn auch hierdurch schon offenkundige Verbesserungen erzielt wurden, so scheint doch diese Verlaschungsart nicht vollauf zu befriedigen. Wenn man auf das Schweifsen der Schienen verzichtet, so ist doch immer das zwischen den Schienen und Laschen vorhandene Spiel zu berücksichtigen und die Lasche so zu gestalten, daſs sie sich den Durchbiegungen der Schienenenden anpassen kann. Dies ist aber um so weniger möglich, je länger die Lasche ist. Wenn auch längere Laschen eine sehr starke Verbindung der Schienen ermöglichen, so hat sich

doch gezeigt, dafs das Anpassungsvermögen der kürzeren Laschen besser ist.

Aus der Beobachtung der Abnützung der Schienen und Laschen ergibt sich, dafs die Unterkante der Laschen an den Laschenenden und die Oberkante der Laschen an den Schienenenden bei Belastung des Stofses durch die Verkehrslast an der Schiene anliegen. Auf Grund dieser Erscheinung wurde eine neue Laschenform ausgebildet, die in ihrer Grundform zwei Sparren oder einem auf dem Kopfe stehenden V ähnlich ist (éclisse-chevron, Abb. 1). In der Ausführung hat die neue Lasche das Aussehen einer rechtwinkligen, deren beide oberen Ecken und deren Unterkante in der Mitte abgearbeitet ist (Abb. 2 und 3). Die Kanten RS, FP und QG sollen nur die notwendigste Länge haben. Bei einem Achsabstand der Stofsschwellen von 400 mm können die in der Abb. 2 angegebenen Abmessungen gelten, wobei die Höhe und Stärke der Lasche vom Schienenprofil und von der Verkehrslast abhängen. Die Verlaschung erfolgt durch 2 Schrauben.

Nach der Quelle soll die neue Lasche folgende Vorteile bieten:

1. Auch bei kräftig angezogenen Laschenschrauben folgt die Lasche den Durchbiegungen der Schienen,

2. Die Laschenschrauben brauchen nicht wie bisher bei grofser Hitze gelockert zu werden,

3. Ein mit der neuen Lasche ausgerüsteter Stofs hat für elektrischen Strom hohe Leitfähigkeit,

4. Die ganzen Anlageflächen der Lasche bleiben mit der Sch immer in Berührung. Der durch die Abnützung eintretende Ver an Laschenhöhe kann durch Nachziehen der Laschenschrauben wi ausgeglichen werden.

Zum Anbringen der Lasche sollen die Schwellenschrauben zwei Schwellen beiderseits des Stofses gelockert werden. Die Lasc werden dann angelegt und leicht angeschraubt. Hierauf ist Stofs um einige Millimeter zu überheben. In dieser Lage wer die Laschenschrauben vollständig angezogen, wobei das Anzie der Schrauben abwechselnd an beiden Schrauben zu erfolgen Der Stofs wird dann wieder sich selbst überlassen, die Schwel schrauben werden wieder angezogen und der Stofs festgekra Ein solcher Stofs soll bei Zugsbelastung nicht mehr als 3 mm n geben. Die elastische Biegung der Schienen hält die Laschenschra dauernd in Spannung, eine Lockerung der Schrauben ist daher k möglich. Bei Lockerung der Schrauben verliert die Lasche e grofsen Teil der Eigenschaften, die ihr zugeschrieben werden. sind daher in der ersten Zeit die Schrauben auf ihren festen zu beobachten. W

(Revue générale des chemins de fer 1927 Mai, Seite 459 f

Buchbesprechungen.

Personenbahnhöfe. Grundsätze für die Gestaltung grofser Anlagen von Dr. Ing. W. Cauer, Geh. Baurat, Professor an der Techn. Hochschule zu Berlin. Zweite, umgearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage mit 142 Abbildungen im Text. Berlin, Verlag von Julius Springer 1926. Preis 22,50 *M*.

Zwischen der ersten Auflage des Buches*) und der nunmehr vorliegenden zweiten liegt die die bauliche Tätigkeit wie den wissenschaftlichen Fortschritt hemmende Kriegszeit mit ihren Folgen. Der Bahnhofsbau in grofsem Stil in Deutschland kam zum Stillstand, nachdem der neue Leipziger Bahnhof noch 1915 fertiggestellt war. Nach dem Kriege lebte die wissenschaftliche Arbeit bald wieder auf und hier sind auf dem Gebiete der Bahnhofsanlagen die zahlreichen Vorträge und Arbeiten des Verfassers aus den Jahren 1920—26 hervorzuheben, die in der vorliegenden zweiten und wesentlich umgearbeiteten Auflage verwertet sind.

Die Einteilung des Stoffes nach vier Abschnitten ist im Ganzen die gleiche geblieben. Im ersten Abschnitt sind die Rücksichten auf den Verkehr behandelt (zweckmäfsige Wege für Reisende, Gepäck-, Post-, Express- und Eilgutbeförderung, Zulässigkeit der Beförderung des Gepäcks über die Gleise hinweg). Die Wichtigkeit der Höhenlage des Eingangs und des Vorplatzes zu den Bahnsteigen wird bei den schienenfreien Zugängen für die Gepäckbeförderung besonders betont. Auch findet der Umsteigeverkehr Berücksichtigung.

Der dritte Unterabschnitt, der die Trennung der Wege für den Zu- und Abgang der Reisenden behandelt, ist beträchtlich erweitert; es wird auf die Folgen der Trennung von Gepäckannahme und Ausgabe hingewiesen. Hier wird die zweckmäfsige Grundrifsanordnung der Empfangsgebäude besprochen; neben den älteren sind die neueren Empfangsgebäude von Karlsruhe, Leipzig und Stuttgart, im Entwurf auch von Zürich als Beispiele besprochen. Lehrreich ist auch die Verwertung der Erfahrungen bei der Planung des neuen Bahnhofs von Zürich, zu dessen Vorarbeiten der Verfasser zur Erstattung eines Gutachtens herangezogen war.

Im zweiten Abschnitt bei den betrieblichen Rücksichten ist zunächst neu die wichtige Erörterung der Bahnhofsform, die mit der Führung der Streckengleise zusammenhängt. An dem Grundsatz der selbständigen und möglichst kreuzungsfreien Durchführung sämtlicher Streckenhauptgleise, auch der Hauptgütergleise selbst, wird festgehalten. Letztere sollen tunlichst nicht über den Personenbahnhof geführt werden. Es werden neben den verkehrlichen die noch gröfseren betrieblichen Nachteile des Kopfbahnhofs betont. Die zweckmäfsige Ausführung von Gleisüberwerfungen wird besprochen. Eine etwaige Anordnung eines Vorbahnhofs kommt zu ihrem Recht.

*) Vergl. Organ 1913, S. 447.

Der vierte Unterabschnitt, die zweckentsprechende Lage Benutzungsart der Bahnsteiggleise und der Bahnsteige, sowie Führung der Streckengleise betreffend, ist gleichfalls wesentlich mehrt. Es wird hier schon die Lage des Abstellbahnhofs erörtert namentlich die Bedeutung der gegenseitigen Vertretung der Bahns gleise für ihre Ausnutzung vor Augen geführt. Die Behandlung der Ü holungsbahnhöfe (in Staffelform und mit Umfahrgleis), die Trennu und Kreuzungsbahnhöfe und hiermit vereinigt, die Berühru bahnhöfe, sowie die Kopfbahnhöfe ist wesentlich umgearbeitet erweitert und mit neuen Abbildungen versehen. Die betriebli Vorzüge des Richtungsbetriebes gegenübrr dem Linienbetrieb we im allgemeinen bestätigt.

Der sechste Unterabschnitt behandelt die Lage und Anordn der Bahnhofsteile bei den Kopf-, Kreuzungs- und Trennungsb höfen. Hier ist besonders anf die Lage des Umstellbahnhofs, Anordnung der Durchlaufgleise eingegangen. Die Post- und Eil anlagen finden eingehendere Würdigung.

Ganz neu hinzugekommen ist der achte Unterabschnitt bei verschiedenen Bahnhofsformen über die Leistungsfähigkeit Bahnsteiggleise und ihre durch sie bedingte, von der Strec belastung abhängige Anzahl — ein Muster wissenschaftlicher handlung.

Auch der dritte und der vierte Abschnitt über die Lage Bahnhofs zur Stadt, den Städtebau berührend, verbreitet sich die Ausführbarkeit, insbesondere den Bauvorgang bei Neu- wie bei Umbauten. Auf die Wichtigkeit der Berücksichtigung Höhenverhältnisse neben denjenigen der Lage weist der Verfa wiederholt hin.

Herausgenommen sind die besonderen Bahnhöfe der Ne bahnen, was der Einheitlichkeit der Stoffbehandlung zugute kon Hinzugekommen ist neben dem wesentlich erweiterten Namens- Sachverzeichnis schliefslich eine sorgfältig bearbeitete Übersicht Schrifttums, auf welche an einzelnen Stellen des Textes gewiesen ist.

Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich. Wenn die handlungsweise des Stoffes (nicht von den Bahnhofsformen, son von den zu berücksichtigenden Gesichtspunkten ausgehend) hier und da Wiederholungen zur Folge hat, so hat sie doch Vorzug einer mehr wissenschaftlichen Behandlung und bewahrt den Gefahren des Schematisierens. Das im wesentlichen auf deut Verhältnisse mit ihren strengen Grundsätzen Bezug nehmende W wird bei der Planung eines gröfseren Personenbahnhofs einschlie des Empfangsgebäudes ein ebenso unentbehrlicher Ratgeber wie bei einem eingehenderen Studium des Stoffes an unseren H schulen. Wegel

Berichtigung.

In der Zuschrift des Herrn Professor Jahn in Heft 14, Seite 266 heifst es im letzten Satz infolge eines Versehens: „Diese starke Verminderung der Zugkraft scheint mir mit der Erfahrung in Widerspruch zu stehen.“ Es soll heifsen: . . . . . schien mir der Erfahrung in Widerspruch zu stehen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
riftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 15. September 1927 Heft 17

Zur Frage des Reichsoberbaues auf Holzschwellen.

Von Geh. Oberbaurat Schmitt, München.

Nachdem im Jahre 1923 für Eisenschwellen bei der Deutschen sbahn die Bauformen B und O als Regel eingeführt waren, sich als nächstliegende Aufgabe, auch für Holzschwellen Bauform zu finden, bei der zur Erzielung einer einheit- n und sparsamen Gleiswirtschaft dieselben Schienen- tigungen wie bei den Eisenschwellen verwandt werden können.

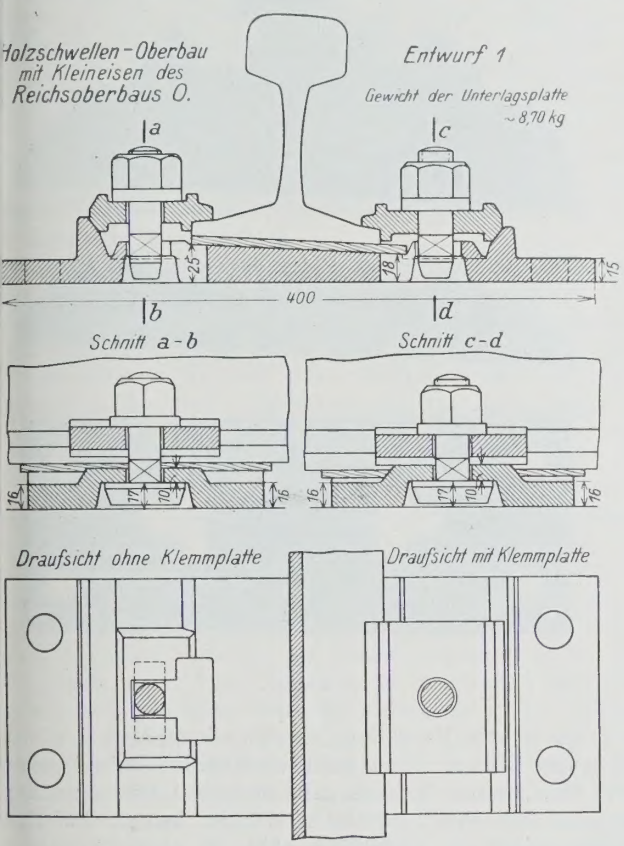


Abb. 1.

Die Lösung dieser Aufgabe stöfst, wie in der Gleistechnik 5, Seite 75 u. f. näher ausgeführt ist, auf gewisse Schwierig- en, deren man anscheinend bis jetzt nicht in befriedigender se Herr geworden ist; wenigstens macht die Reichsbahn 1925 in tausenden Kilometern einen Versuch mit einem en Holzschwellenoberbau, dem Reichsoberbau K.

Die erwähnten Schwierigkeiten lassen sich indessen — igstens beim Reichsoberbau O — umgehen und man kann, an den vorliegenden beiden Entwürfen (Abb. 1 und 2) igt werden soll, die Schienenbefestigung dieses Oberbaues urchaus einwandfreier Weise auch auf Holzschwellen über- en, wie es ähnlich bei den sogenannten Spannplatten-Oberbau Österreichischen Bundesbahnen der Fall ist.

Beiden Entwürfen ist gemeinsam, dafs der zur Unter- gung des Hakenschraubenkopfes erforderliche Hohlraum — Schraubenkammer — an der Unterseite der Unterlegplatte h Herauspressen hergestellt wird, so dafs eine kostspielige rbeitung der Unterlegplatte hierfür nicht erforderlich ist.

Bei dem Entwurf Nr. 1 (Abb. 1) wird die Hakenschraube von oben eingesetzt und seitlich in die richtige Lage geschoben. Die Lochung hat demzufolge eine T-förmige Gestalt. Bei dem Entwurf Nr. 2 (Abb. 2) dagegen wird die Hakenschraube genau wie bei dem Reichsoberbau O von oben eingeführt und um 90° gedreht. Die Lochung ist dementsprechend länglich, bedeutend

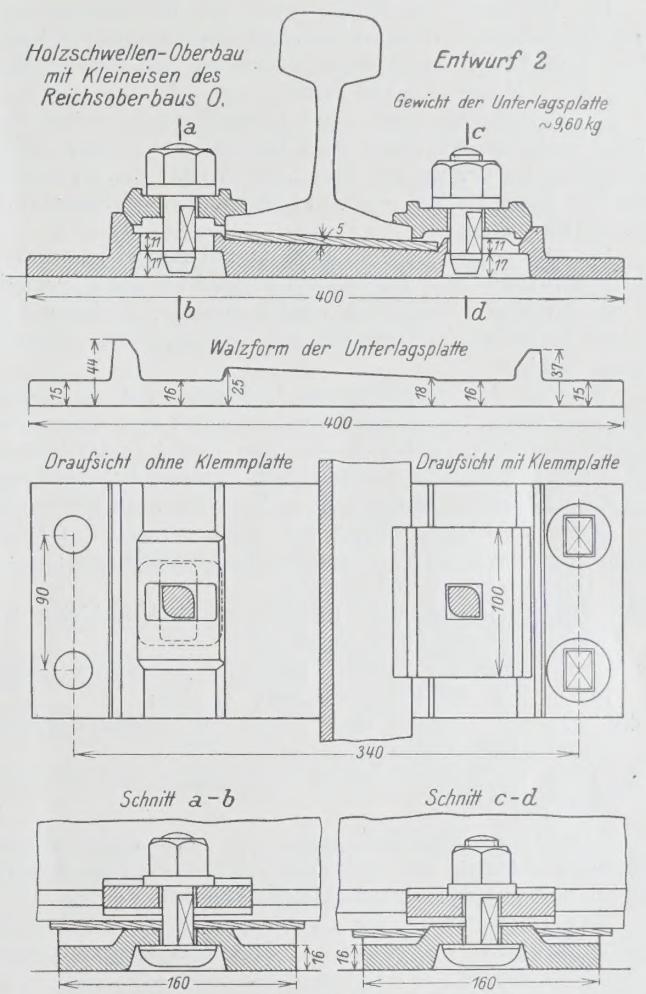


Abb. 2.

kleiner als beim Entwurf Nr. 1 und braucht nicht eckig zu sein, kann vielmehr je nach der Form des Schraubenkopfes mehr oder weniger abgerundet werden.

Bei dem Entwurf Nr. 1 kann die gewöhnliche Haken- schraube verwandt werden; das Vierkant kann dabei sogar entbehrt werden, da der Schraubenkopf sich an die Wandung der Schraubenkammer anlegt und die Schraube schon hierdurch vollständig gegen Drehen gesichert ist.

Im Falle des Entwurfes Nr. 2 mufs der Schraubenschaft statt des Vierkantes mit einem Zweikant versehen werden. Damit wird erreicht, dafs die Hakenschraube nur um die Dicke des Hakens unter die Decke der Schraubenkammer gesenkt

zu werden braucht, um in derselben um 90° gedreht werden zu können. Für die Höhe der Schraubenkammer genügt daher ein Mafs, das etwa 2 mm gröfser ist als die Dicke des Hakens, im vorliegenden Falle also ein Mafs von 17 mm.

Das Zweikant am Schraubenschaft reicht in die Klemmplatte hinein, die zu diesem Zweck quadratisch gelocht ist, wie es bei dem früheren Querrippenschwellen-Oberbau der Reichsbahndirektion Oldenburg auch der Fall war. Beim Anziehen der Mutter ist die Schraube gegen Drehen sowohl in der Lochung der Unterlegplatte wie in derjenigen der Klemmplatte gesichert, gegen selbständiges Zurückdrehen nur durch letztere.

Die Massenherstellung dieser, im Oberbau bisher ungebräuchlichen, im Maschinenbau aber vielfach angewandten Schraube kann keine besondere Schwierigkeiten machen und nicht teurer werden als die der gewöhnlichen Hakenschraube.

Die Unterlegplatte erhält, wenn die Klemmplatten des Reichsoberbaues O unverändert verwandt werden sollen, in beiden Fällen eine Länge von 400 mm gegenüber 395 mm der Rp^m-Platte und 345 mm der Rp^o-Platte.

Das Gewicht der Platte nach Entwurf Nr. 1 beträgt rund 8,7 kg, dasjenige der Platte nach Entwurf Nr. 2 rund 9,6 kg, während die Rp^m-Platte nach dem Entwurf 1925 . . . . 11,92 kg, nach dem Entwurf 1926 ⁻ ⁻ ⁻ 11,50 kg, die Rp^o-Platte 10,17 bzw. 9,54 kg wiegt.

Die hier vorgeschlagenen Platten sind also nicht schwerer als die Rp^o-Platte und beträchtlich leichter als die Rp^m-Platte.

In der Massenherstellnng werden sie aber, da keine kostspielige Bearbeitung erforderlich ist, voraussichtlich erheblich billiger werden.

Wie bei dem Reichsoberbau O können mit den beiden wendbaren Klemmplatten alle vorkommenden Spurweiten ohne weiteres hergestellt werden, so dafs also sowohl in den Geraden wie in den Krümmungen mit derselben Unterlegplatte und ohne besonderes Kleineisen für die Spurerweiterungen auszukommen ist.

Beide Vorschläge entsprechen allen seinerzeit für den neuen Holzschwellenoberbau aufgestellten Bedingungen:

die Unterlegplatten sind gewalzt;

die Spurerweiterung wird lediglich durch Verschieben der Schiene auf der Platte hergestellt;

die zur Schienenbefestigung dienenden Schrauben können von oben in die Platte eingesetzt werden;

die Schrauben können ohne Lösen der Plattenbefestigung ausgewechselt werden und

die Köpfe der Hakenschrauben ragen nicht in die Schwellenoberfläche hinein.

Sämtliche Schwellen haben eine einheitliche Bohrung und können bereits auf der Tränkanstalt vor dem Tränken gebohrt und mit den Unterlegplatten versehen werden.

Eine Durchlochung der Unterlegplatte, wie sie hier bei beiden Entwürfen vorgesehen ist, wird neuerdings als unerwünscht angesehen; der Grund dafür wird wohl in der Befürchtung zu suchen sein, dafs Feuchtigkeit und Schmutz durch die Lochung eindringen, dabei unter die Platte gelangen und hier vielleicht eine vorzeitige Zerstörung des Holzes durch Fäulnis begünstigen können.

Dieser Einwand kann gegen die hier vorgeschlagenen Platten nicht erhoben werden, da die Lochungen einerseits durch die 100 mm langen Klemmplatten vollständig abgedeckt sind und anderseits die Lochränder höher liegen als ihre Umgebung, so dafs keine Feuchtigkeit eindringen kann. Eine Schwächung der Platte durch die Lochungen tritt nicht ein, da die Platte durch das Hochpressen der Schraubenkammern eher noch verstärkt wird. Die Auflagerfläche auf der Schwelle ist bei beiden Platten selbst nach Abzug der Schraubenkammern noch gröfser als diejenige der Rp^o-Platte; sie sind also auch in dieser Beziehung günstiger als diese.

Wenn übrigens das Lochen der Unterlegplatten aus angedeuteten Gründen für so bedenklich gehalten wird, d müfsten diese Bedenken auch gegen den Reichsoberbau K gel gemacht werden, da hier die Stofsunterlegplatten mit e 12 × 13,8 cm grofsen Lochung versehen sind, durch die Platten nicht unerheblich geschwächt werden und durch Schmutz und Feuchtigkeit ungehindert eindringen kön Hier wäre es doch von besonderer Wichtigkeit, alles zu meiden, was die Lebensdauer dieses, den stärksten Angr ausgesetzten Oberbauteils beschränken könnte.

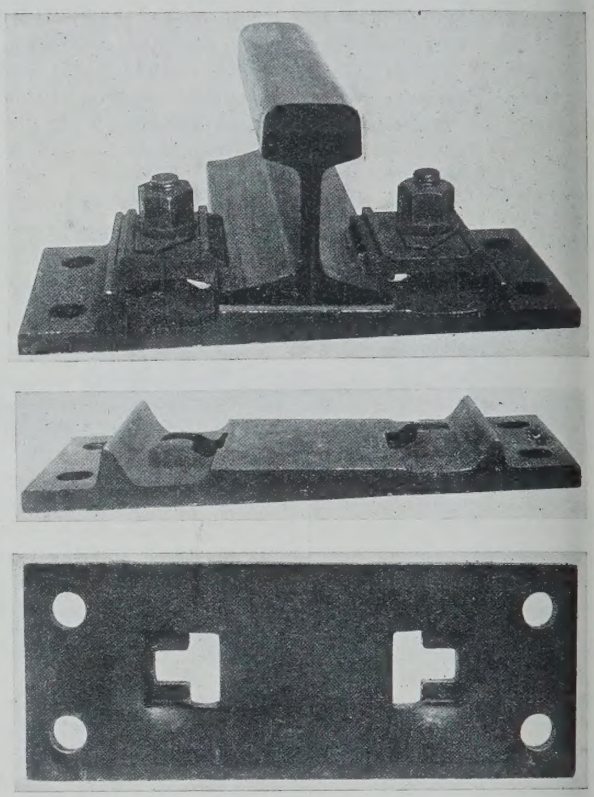


Abb. 3.

Die genaue Herstellung der Unterlegplatten — namen das saubere Herauspressen und Lochen der Schraubenkammer setzt eine gewisse Erfahrung in solchen Arbeiten voraus; sie aber den damit vertrauten Werken keine Schwierigk macht, zeigen die Lichtbilder (Abb. 3) eines Versuchsstü nach Entwurf Nr. 1, das erkennen läfst, dafs die Platten billigen Anforderungen entsprechend hergestellt werden kö

Das Pressen und Lochen geschieht in rotwarmem Zus in einem Arbeitsvorgang von der Unterseite der Platten wobei diese in genau passenden Matrizen liegen. F änderungen und Verdrückungen werden dadurch ausgeschl und die Gefahr, dafs später, von den Lochungen ausgel Rifsbildungen auftreten, die die Lebensdauer der Platten günstig beeinflussen könnten, ist durch diesen Arbeitsvor vollständig vermieden; denn die Lochleibungen erleiden dieser Schienenbefestigung keinerlei Druckbeanspruchung d den Seitendruck der Schiene, da dieser durch die Klemmpl unmittelbar von der Schiene auf die Anschlagleiste der U legplatte übertragen wird.

Gegen beide Entwürfe könnte ferner vielleicht eingew werden, dafs das Auswechseln der Hakenschrauben ersch werde, wenn die Unterlegplatten sich mit der Zeit um gröfseres Mafs in das Schwellenholz eingedrückt haben. Erfahrungen, die mit ähnlichen Unterlegplatten mit getre Schienen- und Plattenbefestigung bei den Österreichis

esbahnen und der Reichsbahndirektion Oldenburg seit etwa ihren gemacht worden sind (die österreichische Platte ist m, die Oldenburger 334 m lang), lehren, dafs die Platten bei n Bauarten im Betriebe sich nur wenig in das Schwellen- eindrücken, namentlich dann, wenn auch die Schwellen- uben, wie bei dem Oldenburger Oberbau, ebenfalls mit neten Spannmitteln versehen werden, ein Mittel, auf das ning auf Grund von Versuchen schon 1908 nachdrücklich wiesen hat. Die in einem Aufsatze der »Gleistechnik« , Seite 106 für den Reichsoberbau K ausgesprochene Ver- ng, dafs die Holzschwellen am Schienenlager die gleiche nsdauer wie in ihren übrigen Teilen haben werden, findet — wenn vielleicht auch nicht in vollem Umfange — Bestätigung. Von den vorgeschlagenen Unterlegplatten darf das um so eher erwartet werden, als sie noch um w. 55 mm länger sind als die Rp-Platten und die Schwellen- uben einen um die gleichen Mafse gröfseren Abstand haben. Was die Schienenbefestigung selbst betrifft, so kann es em Zweifel unterliegen, dafs die der hier vorgeschlagenen rten derjenigen des Reichsoberbaues K zum mindesten hwertig, wenn nicht überlegen sind. Es sind daher auch er schon von anderer Seite — vergl. Organ 1925, S. 507 Organ 1926, S. 125 — Vorschläge gemacht worden, die enenbefestigung des Reichsoberbaues K durch diejenige des hsoberbaues O zu ersetzen.

Bei dem Reichsoberbau K ist zwischen dem Schienenfufs den beiden Rippen ein Spielraum von 3 mm — im neuesten wurf 2 mm — vorgesehen. Dazu kommen die Toleranzen, für den Schienenfufs und die Platten zugestanden sind. r Umständen ist also mit einem Spielraum von 3 bis 4 mm echnen. Dies trifft namentlich bei den Rp^m-Platten zu, denen die losen Beilagen noch zwischen den Rippen und Schienenfufs Platz finden müssen.

Die hochbeinigen Bügel, die man wohl kaum als »Klemm- en« bezeichnen kann, haben für den Zweck, dem sie dienen n, insofern keine sehr günstige Form, als der Druck der raube unvermittelt auf die Unterlegplatte wirkt, und dadurch Abnutzungen begünstigt werden, während sowohl bei der ischen, wie bei der Oldenburger Klemmplatte dieser Druck h eine gewisse Federung der Platten gemildert wird. Die el können den Schienenfufs nur in senkrechter Richtung halten, während einer seitlichen Verschiebung der Schiene rhalb der angegebenen Grenzen nur die durch den Schrauben- k erzeugte Reibung entgegenwirkt. Tritt eine Lockerung Schrauben ein, so hindert die Schiene nichts daran, sich chen den Rippen seitlich zu bewegen. Notwendigerweise s dieser Umstand bei einer Lockerung der Schrauben das ndern der Schiene begünstigen und sich in einem Verschleifs chen der Schiene und den Rippen geltend machen. Die hältnisse liegen in dieser Beziehung ähnlich so wie bei den eren offenen Unterlegplatten, und die Zeit mufs erst lehren, nicht auch ähnliche Erfahrungen wie dort gemacht werden.

Jedenfalls ist es etwas zuviel behauptet, wenn in einem satze der »Gleistechnik« 1927, S. 116 von dem Reichsoberbau K ühmt wird, dafs »die zwischen den Rippen schlüssig geführ- durch beiderseitige Klemmplatten festverspannten Schienen den Schwellen gleichsam ein festgefügtes Rahmenwerk len. Das Wandern ist deshalb ausgeschlossen; die kost- eligen Wanderklemmen kommen somit in Wegfall.« Denn einer festen Verspannung der Schienen innerhalb der Rippen einem festgefügtem Rahmenwerk kann hier nicht die le sein. Ob jene Vermutungen tatsächlich eintreffen werden, fs die Erfahrung noch lehren.

Bei der Schienenbefestigung des Reichsoberbaues O liegen se Verhältnisse günstiger; denn durch das Anziehen der rauben werden die Klemmplatten fest zwischen den Schienen- s und die Anschlagleisten eingeklemmt und legen die Schiene nicht nur in senkrechter, sondern auch in wagrechter Richtung vollständig fest, einerlei, ob kleine Abweichungen von den vorgeschriebenen Mafsen der Oberbauteile vorhanden oder ob kleine Abnutzungen hier eingetreten sind. Hier findet also tatsächlich eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Schiene und Unterlegplatte statt, und selbst wenn eine Lockerung der Schrauben eintritt, ist die Schiene dennoch in wagrechter Richtung festgelegt.

Das ist der Grund, weshalb diese Schienenbefestigung den besten Wanderschutz bildet, wie es die Erfahrungen derjenigen Verwaltungen bestätigen, die diese Schienenbefestigung eingeführt haben. Die erheblich längeren Klemmplatten tragen wesentlich zu diesem Erfolg mit bei.

Die Herstellung der Spurerweiterungen in gekrümmten Gleisen mittelst der losen Beilagen auf beiden Seiten des Schienenfufses ist offenbar ein schwacher Punkt des Reichsoberbaues K. Es ist daher verständlich, dafs in Aussicht genommen ist, die mit Spurerweiterung zu versehenden Gleise dadurch zu vermindern, dafs die Spurweite allgemein von 1435 mm auf 1441 mm erweitert wird.

Wenn auch zuzugeben ist, dafs mit dem Beginn der Spurerweiterung in Krümmungen wohl wird heruntergegangen werden können, dürfte doch die allgemeine Erweiterung der Normalspur um 6 mm kaum auf keine Zustimmung der Fachwelt zu rechnen haben. Diese Frage ist wiederholt bei verschiedenen Anlässen (Neufassung der Bau- und Betriebsordnung, der Technischen Einheit und der Technischen Vereinbarungen) zur Erörterung gestellt, eine Änderung der Normalspur von 1435 mm aber immer abgelehnt worden; in den Technischen Vereinbarungen ist dieses Mafs sogar bindend vorgeschrieben, und auch der Deutsche Oberbau-Ausschufs hat sich noch neuerdings gegen eine derartige Mafsnahme ausgesprochen.

Es müssen also doch wohl triftige Gründe vorliegen, dieses Mafs beizubehalten und der Umstand, dafs es erwünscht ist, den Bedarf an den schweren Rp^m-Platten tunlichst einzuschränken, dürfte allein als hinreichender Grund für eine derartig tief eingreifende Mafsnahme kaum anzusehen sein.

Nicht viel anders können die jetzt eingeleiteten grofsen Versuche beurteilt werden, auf die Eisenschwellen die Rp-Platten aufzuschweifsen, um auf diese Weise zu einer einheitlichen Schienenbefestigung für Holz- und Eisenschwellen zu gelangen, was aufserdem nicht einmal erreicht wird, da der K-Oberbau für Gleise mit und ohne Spurerweiterung nur die gleiche Schraube hat. Das elektrische Schweifsen ist bekanntlich eine ganz individuelle Arbeit, die grofse Erfahrung, Sachkenntnis und Sorgfalt erfordert und in ihrem Erfolg nicht nachgeprüft werden kann. Über eine längere Bewährung solcher aufgeschweifster Oberbauteile liegen bisher keine ausreichenden Erfahrungen vor; es erscheint danach doch nicht so ganz sicher, ob die Erwartungen, die an dieses Verfahren geknüpft werden, sich tatsächlich erfüllen werden, und ob die aus sprödem Stoff bestehenden Schweifsnähte unter den Einwirkungen des Betriebes eine dauernd feste Verbindung zwischen der Unterlegplatte und der Schwelle gewährleisten.

Die Beschaffung der Eisenschwellen wird aufserdem durch die aufzuschweifsenden Platten und das Aufschweifsen selbst erheblich verteuert, ohne dafs eine Verbesserung oder Verstärkung des Gleises damit erreicht wird; die Schwellendecke soll sogar von 11 mm auf 9 mm verschwächt werden. Wenn solche Mehrkosten für den eisernen Oberbau aufgewandt werden sollen, dann erscheint es wirtschaftlicher, sie auf die Verstärkung des Gleises zu verwenden. Das Mehrgewicht der Unterlegplatten und die Kosten des Aufschweifsens würden eine namhafte Verstärkung der Schwellen gestatten, und damit würde eine sehr erwünschte Verstärkung des Gleises erreicht werden.

Wenn zur Begründung der den Eisenschwellen aufgeschweifsten Unterlegplatten etwa darauf hingewiesen wird, dafs

damit das Lochen der Schwellen vermieden und ihre Lebensdauer verlängert wird, so kann diese Begründung als zutreffend angesehen werden, soweit dabei an die Schwellen der bisherigen Bauarten gedacht wird, bei denen die Leibungen der mehr oder weniger viereckigen Lochungen den Seitendruck der Schiene aufzunehmen haben. Die Erfahrung hat gelehrt, dafs schon bei dem kalten Lochen vielfach feine Anrisse auftreten, die sich dann im Betriebe bald erweitern und früher oder später die vorzeitige Auswechslung der Schwelle notwendig machen.

Ganz anders liegen diese Verhältnisse bei den Querrippenschwellen, die in rotwarmem Zustand gelocht werden, deren Lochungen eine vollständig abgerundete Form haben, und bei denen die Lochleibungen keinerlei Druck auszuhalten haben. Hier treten jene Rifsbildungen nicht auf, die den Schwellen gefährlich werden könnten. Bei diesen Schwellen können also Bedenken gegen die Lochungen nicht geltend gemacht werden.

Zusammenfassend kann nach dem vorher Gesagten behauptet werden, dafs mit den vorliegenden Vorschlägen ein einheitlicher Oberbau für Eisen- und Holzschwellen und für gerade und gekrümmte Gleise zu erreichen ist, der an Zweckdienlichkeit, Einfachheit und Wirtschaftlichkeit von dem Reichsoberbau K jedenfalls nicht übertroffen wird, und dafs Versuche mit den vorgeschlagenen Unterlegplatten für Holzschwellen wohl angezeigt erscheinen möchten, um so mehr, als Lizenzgebühren dabei nicht in Frage kommen.

Die vorliegenden beiden Entwürfe beanspruchen nicht als endgültig angesehen zu werden; sie wollen nur den Weg andeuten, auf dem vielleicht eine brauchbare Lösung gefunden werden kann. Die Einzelheiten können erst nach dem Ergebnis von Prefsversuchen festgestellt werden.

Nach Mitteilungen in der Fachpresse plant die Deutsche Reichsbahn in Zukunft Spurerweiterung nur noch in Krümmungen unter 300 m vorzunehmen. Wenn es sich dabei um ein endgültige Mafsnahme handelt, und man sich für die Krümmungen mit Spurerweiterung — wie beim Reichsoberbau K — mit einem besonderen Oberbau abfinden will, dann sind die Bedingungen für Oberbau damit wesentlich vereinfacht.

Es liegt dann die Frage nahe, ob die beiden Schrauben, die bisher für die Regelung der Spurweite unumgänglich waren, noch unbedingt erforderlich sind, und ob nicht beispielsweise auch mit einer verbesserten Hakenplatte ein einwandfreier Oberbau zu erzielen ist.

Über die Mängel des bisherigen Hakenplatten-Oberbaues bestehen keine Zweifel, sie sind in dem Aufsatz des Herrn Direktor Buchholz in der »Gleistechnik«, Jahrgang 1927, Heft 7 und 8 durchaus zutreffend auseinandergesetzt: einerseits zeigt dieser Oberbau keinen festen Schlufs zwischen Haken und Schienenfufs, anderseits ist die einzige Schwellenschraube an der Innenseite der Schiene nicht imstande gleichzeitig die Schiene mit der Unterlagsplatte und diese mit der Schwelle dauernd fest zu verbinden; aufserdem ist die Klemmplatte verbesserungsfähig.

Diese Mängel lassen sich aber, wie der Oberbau der Österreichischen Südbahn 1902/10 und der Hakenplattenoberbau der Reichsbahndirektion Oldenburg von 1909/12 zeigen, durch eine bessere Ausbildung des Hakens und durch Trennung der Schienen- und Plattenbefestigung unschwer beseitigen.

Durch besonderes Nachpressen kann der Haken in durchaus befriedigender Weise so geformt werden, dafs er den Schienenfufs mit der für diesen zugelassenen Toleranz von 0,5 mm genau umfafst, eine Arbeit, die von der Reichsbahndirektion Oldenburg seinerzeit mit 5 ℳ/t vergütet worden ist.

Bei der Trennung der Schienen- und Plattenbefestigung tritt allerdings eine gewisse Schwierigkeit auf, wenn die Klemmschraube soll ausgewechselt werden können, ohne dafs die Hakenplatte von der Schwelle gelöst zu werden braucht.

Bei beiden Oberbauten ist das nicht der Fall.

Bei dem oldenburgischen Oberbau ist der flache Kopf Schraube, wie aus Abb. 4 ersichtlich, in die Schwelle e gelassen. Für die Erhaltung der letzteren hat das nach bisherigen 18jährigen Erfahrungen nicht das geringste Bedenk die in dieser Beziehung verschiedentlich ausgesprochenen fürchtungen sind ganz unbegründet.

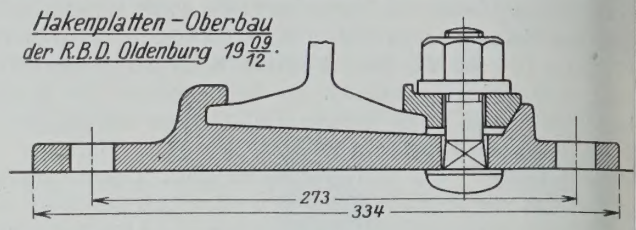


Abb. 4.

Es besteht aber der Übelstand, dafs die Schraube ol Lösen der Hakenplatte nicht ausgewechselt werden kann, w die Notwendigkeit hierfür auch verhältnismäfsig selten eintr

Davon abgesehen hat sich dieser Oberbau seit 1909 jeder Beziehung durchaus bewährt. Durch regelmäfsig wied holte Messungen ist festgestellt, dafs dieser Oberbau ni wandert; die Messungen sind, da das Ergebnis immer gleiche war, vor einem Jahre eingestellt worden. An Mittelschwellen kann kein Verschleifs der Haken festgest werden. Die Klemmplatten sitzen meist so fest zwischen d Schienenfufs und der Anschlagleiste der Hakenplatte, dafs beim Lösen der Schienenbefestigung mit einem Meifsel losgek werden müssen. Die Hakenplatten haben sich im Mittel etwa 2 mm in das Schwellenholz eingedrückt; sogar der sprüngliche Teeranstrich unter den Platten ist gröfstent noch erhalten, ein Beweis dafür wie fest die Platten mit Schwellen verbunden sind, und dafs die Erwartungen, die n von der getrennten Schienen- und Plattenbefestigung he durchaus berechtigt sind.

Nach diesen Erfahrungen — und ähnliche sind u. W. dem Oberbau der Österreichischen Südbahn gemacht, obgle hier der Abstand der Schienennägel bzw. Schwellenschraul gröfser sein müfste — dürfte eine verbesserte Hakenpla auch für den Holzschwellenoberbau der Reichsbahn in Betra kommen, wenn die obenerwähnten Mängel gründlich beseit und insbesondere für die Möglichkeit des Auswechselns Schraube gesorgt wird.

Zwei Lösungen dieser Art sind in den Entwürfen 3 un (Abb. 5 und 6) dargestellt.

Der Haken sitzt wie bei der bayerischen und sächsisch Hakenplatte an der Innenseite der Schiene; die auf der Aufs seite befindliche Schraubenkammer wird in der bei den obig Entwürfen 1 und 2 näher beschriebenen Weise durch Pres hergestellt, und die Hakenschrauben können wie dort angegel ausgewechselt werden, ohne dafs die Hakenplatte von Schwelle gelöst zu werden braucht.

Die wendbare Klemmplatte ist oben 2 bis 3 mm brei als unten. Durch Anziehen der Schraube wird die Schi in den Haken gepreſst und festgeklemmt. Kleine Ungenau keiten in den Abmessungen der Schiene und der Hakenpla lassen sich durch geringe Neigung der Klemmplatte berichtig gröfseren Abweichungen und mit der Zeit etwa auftreten Abnutzungen am Schienenfufs oder dem Haken könnte man derselben Weise begegnen, indem man die Klemmplatte wen so dafs die breitere Seite nach unten zu liegen kommt. nachträgliches Aufarbeiten der Klemmplatten wird damit vora sichtlich entbehrlich.

Bei dem Entwurf 3 mufs die Hakenschraube — wie Entwurf 2 — mit einem Zweikant versehen und die Klem platte quadratisch gelocht sein, während bei dem Entwur

de Lochung genügt und die gewöhnliche Hakenschraube er ohne Vierkant verwendet werden kann.

on besonderer Wichtigkeit ist natürlich die Ausbildung lses. Bei dem mehrerwähnten oldenburgischen Oberbau wohl zum ersten Male — die durchgehende Stofsplatte ner 100 mm breiten Aussparung in der Mitte verwandt , um dadurch die Möglichkeit zu schaffen, dafs die Schienenenden sich wie beim schwebenden Stofs frei iegen können.

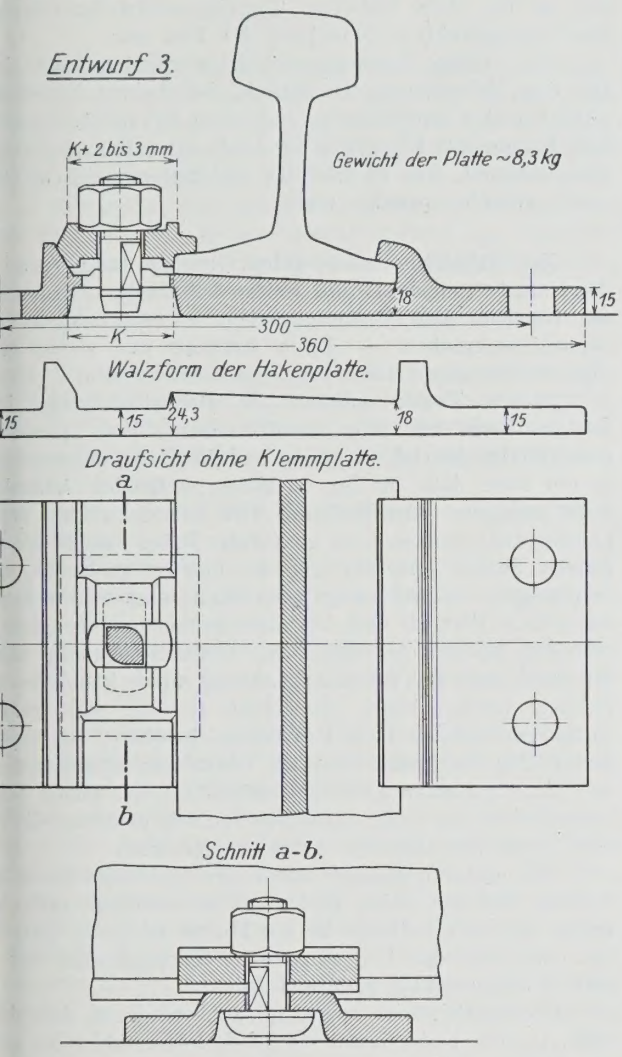


Abb. 5.

Die Erwartungen, die man in diese Stofsausbildung gesetzt, en sich indessen nicht in vollem Mafse zu erfüllen inso- als sich an den Haken der Stofsplatten, im Gegensatz zu igen der Mittelschwellen, ein gewisser Verschleifs bemerk- acht, der wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dafs Haken nur 120 mm lang sind, und dieses Mafs den lers starken Beanspruchungen am Stofs nicht genügt. Gegebenenfalls wird daher zu prüfen sein, ob dem kom- ten festen und schwebenden Stofs, den auch der Reichs- au K zeigt, nicht eine Ausbildung nach dem Vorbild bayerischen Brückenstofses vorzuziehen ist. Da hierbei chienenenden voll auf der Stofsplatte aufliegen, und der in der ganzen Länge derselben durchläuft, dürfte diese ldung sich nach den in Bayern gemachten Erfahrungen cheinlich mehr empfehlen.

Die Hakenplatten für Mittelschwellen nach beiden Ent- n wiegen etwa 8,3 kg bzw. 8,4 kg, sind also etwa 1,24 kg 1,14 kg leichter als die Rp°-Platten.

Die für ihre Herstellung erforderlichen Betriebseinrichtungen sind in den einschlägigen Werken vorhanden, und da der Arbeitsvorgang verhältnismäfsig einfach und nicht besonders kostspielig ist, wird angenommen werden dürfen, dafs diese Hakenplatten billiger herzustellen sind als die gefräfsten Rp°-Platten.

Da aufserdem die Hälfte der Hakenschrauben mit ihren Spannmitteln sowie die Hälfte der Klemmbügel (Klemmplatten) wegfällt, wird dieser verbesserte Hakenplattenoberbau in der Beschaffung sich wesentlich billiger stellen als der Reichsoberbau K.

Selbst wenn angenommen wird, dafs die Hakenplatten ebenso teuer werden wie die Rp-Platten, stellt sich dieser verbesserte Hakenplattenoberbau nach überschläglicher Ermittlung und den derzeitigen Preisverhältnissen bei der Gruppenverwaltung Bayern rund 2100 ℳ. für den Kilometer billiger als der Reichsoberbau K. Auch die Einbaukosten dürften sich voraussichtlich niedriger stellen. Mit Sicherheit aber ist mit geringeren

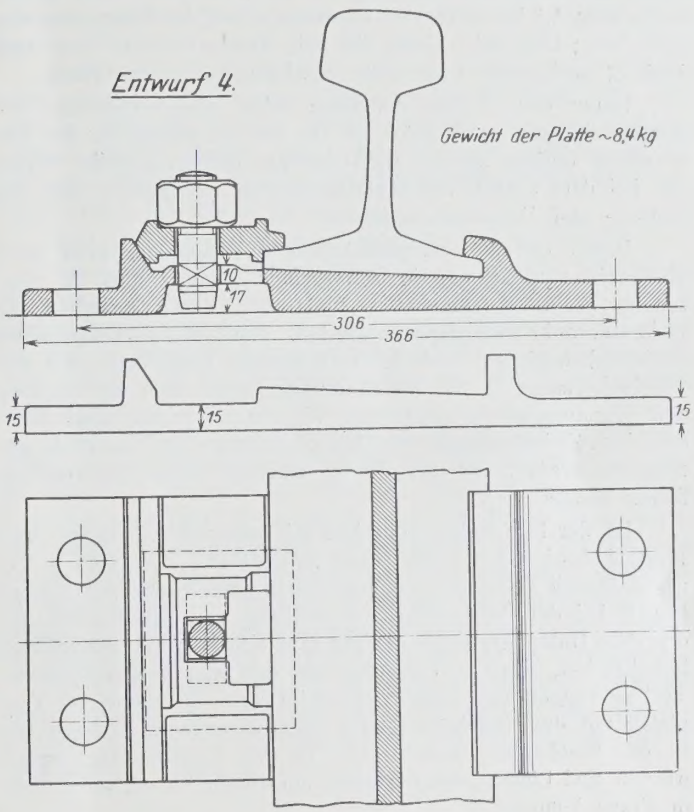


Abb. 6.

Unterhaltungskosten zu rechnen, da nur die Hälfte der Hakenschrauben, Spannmittel und Klemmplatten in Frage kommt, und die Schienen fester mit den Schwellen verbunden sind, als es bei dem K-Oberbau möglich ist.

Eine Spurerweiterung kommt nach der von der Reichsbahn geplanten Mafsnahme nur noch in den Krümmungen von 300 m bis 180 m Halbmesser in Betracht; sie beträgt nach der bisher gebräuchlichen Regelung etwa 6 bis 7 mm.

Auch für solche Gleise liefse der Hakenplatten-Oberbau sich entsprechend umgestalten und verbessern.

Für grade und schwach gekrümmte Gleise ist es von keiner wesentlichen Bedeutung, ob der Haken an der Innenseite der Schiene oder aufsen angebracht wird; für beide Anordnungen lassen sich Gründe geltend machen. Für stärker gekrümmte Gleise dagegen dürfte sich des auftretenden Seitenschubes wegen mehr empfehlen den Haken aufsen anzubringen.

In dem Entwurf 5 (Abb. 7) ist der Haken daher aufsen angebracht und derart ausgebildet, dafs neben und über dem Schienenfufs zur Spurregelung eine wendbare Einlage — ähnlich wie beim K-Oberbau — Platz findet, die in Verbindung mit der wendbaren Klemmplatte eine Spurerweiterung in drei Stufen von je 2 bis 3 mm ermöglicht.

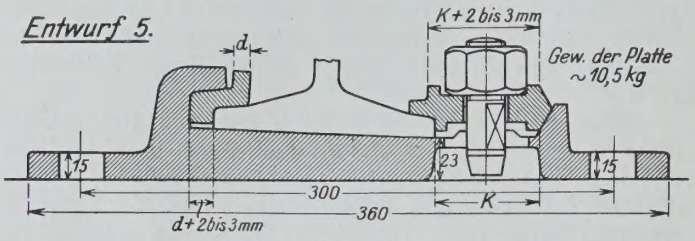


Abb. 7.

Die Hakenplatte wird zwar dadurch, dafs der Haken aufsen liegt, etwa 1,5 kg schwerer, als wenn er auf der Schieneninnenseite läge; immerhin bleibt sie mit ihrem Gewicht von rund 10,5 kg noch etwa 1 kg unter demjenigen der Rp^{m}-Platte.

Unter der obigen Annahme wird dieser Oberbau mit Spurerweiterung rund 2670 ℳ für den Kilometer in der Beschaffung billiger als der Rp^{m}-Oberbau, und in gleicher Weise wie bei dem obigen Hakenplattenoberbau vermindern sich die Einbau- und Unterhaltungskosten.

Durch die hier vorgeschlagene Schienenbefestigung wird die Schiene nicht nur in senkrechter sondern auch in wagrechter Richtung festgehalten und kann durch Anziehen der Hakenschraube nachgespannt werden. Darin unterscheidet diese Schienenbefestigung sich in vorteilhafter Weise von der des Reichsoberbaues K und bietet Gewähr dafür, dafs der Oberbau dem Wanderschub hinreichenden Widerstand leistet, auch ohne dafs dazu Zwischenlagen von Holz oder dergleichen zu Hilfe genommen werden, die bei diesem Oberbau keine Verwendung finden können.

Da der Hakenplattenoberbau mit getrennter Schienen- und Plattenbefestigung — wie schon ausgeführt — an sich nichts grundsätzlich Neues darstellt und sich in ausreichendem Umfange bereits bei der Österreichischen Südbahn und der Reichsbahndirektion Oldenburg sogar in nicht ganz einwandfreier Ausbildung bewährt hat, dürften Versuche mit den hier vorgeschlagenen Verbesserungen um so mehr angezeigt sein, als damit im Vergleich mit dem Reichsoberbau K ganz wesentliche Ersparungen in der Beschaffung sowohl wie in der Unterhaltung erzielt werden und Lizenzgebühren auch bei diesen Vorschlägen nicht in Frage kommen.

Anschliefsend sei hier noch auf einige Punkte hingewiesen, die für eine Verbesserung des Oberbaues von Bedeutung sind.

In der jetzt vorliegenden Form ist der Reichsoberbau O s. Zt. aus den Beratungen des Deutschen Oberbau-Ausschusses hervorgegangen. Obwohl der Oberbau für Holzschwellen damals noch nicht zur Erörterung stand, wollte man vorsichtigerweise für Eisenschwellen keine Schienenbefestigung festlegen, deren Verwendung später bei Holzschwellen vielleicht auf Schwierigkeiten stofsen könnte. Bei den Beratungen im Oberbauausschufs wurde daher zur Bedingung gemacht, dafs der Abstand der Hakenschraube von den Querrippen ein festes Mafs haben solle (38 mm). Man nahm dabei an, dafs bei Verwendung der gleichen Schienenbefestigung auf Holzschwellen diese dann eine einheitliche Bohrung erhalten könnten. Lediglich aus diesem Grunde haben die Klemmplatten eine Lochung erhalten, die durch die Belange der Eisenschwellen nicht bedingt ist.

So kommt es, dafs der Abstand der Hakenschrauben Schienenfufs bei den beiden Klemmplatten ungleich ist demzufolge auch der Druck, der von diesen auf den Schie fufs ausgeübt wird. Das ist offenbar ein Mangel dieses baues, den man unbedingt beseitigen sollte, da kein G vorliegt, an der erwähnten Forderung für die Stellung Hakenschrauben noch länger festzuhalten. Damit die Sc beiderseits gleich stark niedergehalten wird, was unbe erforderlich ist, müssen die Klemmplatten mittig gelocht we wie es bei dem früheren Querrippenschwellen-Oberbau Reichsbahndirektion Oldenburg der Fall war.

Die mittige Lochung der Klemmplatten läfst sich, aus den Zeichnungen ersichtlich, bei beiden Vorschläge Abb. 1 und 2 durchführen, und es ist bei beiden zu erreic dafs das gesamte Kleineisen für beide Schwellenarten vollstä übereinstimmt, was im Hinblick auf eine einheitliche Gleis schaft gefordert werden mufs.

Zur Erhaltung einer guten Gleislage und Verminde der Unterhaltungskosten ist weiter unbedingt erforderlich, die Laschen- und Hakenschrauben — besser auch noch Schwellenschrauben — durch kräftige und sicher wirk Spannmittel gegen Lockerung gesichert werden.

Diesen Zweck erfüllen die Doppelfederringe in jetzigen Form nur sehr unvollkommen. Ihre Spannkraf etwa 600 kg ist viel zu gering und die Herstellungsweise l es mit sich, dafs sie den an sie zu stellenden Anforderu nicht genügen. Der Walzstab wird zuerst kalt um einen hältnismäfsig dünnen Kern gewickelt. Dabei werden die äu Fasern derart gestreckt und die inneren gestaucht, daf ursprünglich trapezförmige Querschnitt eine rechteckige annimmt. Hierbei und bei dem nachfolgenden, gewalts Knicken erleidet der Stoff eine Überanstrengung, die die nachträgliche Wärmebehandlung wohl kaum wieder gemacht werden kann. So erklärt es sich, dafs im Be so aufserordentlich viele Federringe brechen; ist es doc Bezirk der Reichsbahndirektion Oldenburg vorgekommen, von einer gröfseren Lieferung etwa 40 v. H. gleich beim bauen gebrochen sind, abgesehen von den Brüchen, die na noch unter dem Betriebe vorgekommen sind.

Ein weiterer Mangel der Federringe mufs darin erk werden, dafs die freien Enden oft messerscharf auslaufen setzen sich infolgedessen in die Mutter oder die Unterla fest ein, dafs der Federring beim Zurückdrehen der M einfach aufgewickelt wird und bricht.

Grundsätzlich ist überhaupt zu bemängeln, dafs der volle, in den Federringen steckende Federstahl nicht gent zur Erzielung einer guten Federung ausgenützt wird. die Spannkraft beruht allein auf der Streckung des k geknickten Teiles, während der ganze übrige Ring an Spannung unbeteiligt ist und nichts dazu beiträgt.

Viel günstiger und zuverlässiger in dieser Beziehung w gebogene Platten aus hochwertigem Federstahl, wie sie beis weise seit vielen Jahren und in grofsem Umfange bei Reichsbahndirektion Oldenburg mit bestem Erfolg ver werden. Bei ihnen beruht die Spannkraft auf der elasti Formänderung der ganzen Platte; die Spannkraft ist bedeutend höher als die der Federringe und beträgt zwi 1500 und 2000 kg, je nachdem die Dicke zwischen 3,5 4 mm gewählt wird.

Selbst in gebrochenem Zustand besitzen diese Spannp noch eine gewisse Spannung, während ein gebrochener F ring oft schlimmer ist, als wenn er ganz fehlte. Die gespa Spannplatten sind aufserdem nur etwa 4 mm hoch, als etwa 8 mm niedriger als die Doppelfederringe; um dieses können also alle zu spannenden Schrauben kürzer gel und billiger hergestellt werden.

egen des häufigen Brechens sind die Doppelfederringe zwecklos und aufserordentlich unwirtschaftlich; ihre lung dort, wo Pappelholzplättchen oder andere Zwischenerlegt werden, die sich unter dem Betriebe stark zupressen, mufs geradezu als bedenklich bezeichnet werden. enn es nicht gelingt, die Doppelfederringe in dieser ng wesentlich zu verbessern oder ein anderes geeignetes ittel für die Schrauben zu finden, würden wesentlich Erfolge mit Spannplatten zu erzielen sein.

---

n Bedeutung für die Erhaltung eines guten Oberbaues ner geeignete Zwischenlagen zwischen der Schiene und enschwelle bzw. den Unterlagsplatten; sie sind ein Mittel rschleifs dieser Oberbauteile und unter Umständen auch ndern zu vermindern.

es richtig ist, von diesen Zwischenlagen eine gewisse tät zu verlangen, in der Absicht dadurch ein ruhigeres n des Oberbaues zu erreichen, mufs bezweifelt werden, durch eine Beweglichkeit in den Oberbau gebracht wird, chaus unerwünscht ist und nur das Wandern der Schiene igt.

enn ein Oberbau dem Wanderschub widerstehen soll, e Verbindung zwischen Schiene und Schwelle so beschaffen afs sie die unter dem Überrollen der Betriebslasten auf-en, wechselnden Druck- und Zugkräfte aufnehmen kann, afs eine Lockerung eintritt.

ese Forderung läfst sich mit derjenigen nach elastischen enlagen nicht vereinigen.

n den Zwischenlagen mufs vielmehr verlangt werden, dem Drucke der Schiene nicht oder nur unmerklich ben; aufserdem ist erwünscht, dafs sie sich in die Unten des Schienenfufses und seiner Unterlage fest ein- und auf diese Weise zur Verhütung des Wanderns en.

esen Anforderungen genügen Zwischenlagen aus Pappel- In ungepreſstem Zustand ist es jedenfalls ganz ungeeignet, gen gepreſstes Pappelholz spricht der Umstand, dafs es Witterungseinflüsse empfindlich ist und bei feuchter ng wieder aufquillt; aufserdem ist einer solchen Platte cht anzusehen, ob sie tatsächlich gepreſst ist. Die Her- und Lagerung erfordert also grofse Aufmerksamkeit, wohl nicht unter allen Umständen gerechnet werden Enttäuschungen sind daher nicht ausgeschlossen.

eeigneter als Pappelholz erscheint das härtere Rotbuchen- Freilich hat dieses eine bedenklich erscheinende Neigung zum Reifsen; es wäre aber erst durch gröfsere Versuche festzustellen, ob es nicht Mittel gibt, durch die die Gefahr des Reifsens vermindert oder beseitigt werden kann. Erfahrungen der Reichsbahndirektion Oldenburg mit gedämpftem Buchenholz ermutigen durchaus zu solchen Versuchen. Es ist anzunehmen, dafs die in dem Buchenholz vorhandenen Spannungen beim Herstellen der dünnen Platten schon zum gröfsten Teil verschwinden, namentlich wenn diese nicht durch Zerschneiden des Stammholzes sondern durch Schälen hergestellt werden. Da diesem Verfahren ein längerer Dämpfungsprozefs vorhergehen mufs, und das Schälen selbst unter grofsem Druck erfolgt, ist zu vermuten, dafs die Neigung zum Reifsen damit mehr oder weniger zum Verschwinden gebracht wird, und die so gewonnenen Platten sich für den hier fraglichen Zweck besser eignen als solche aus Pappelholz.

Geschälte Platten hätten den weiteren Vorzug, dafs sie erheblich billiger sind als geschnittene, da beim Schneiden ein grofser Teil des Holzes nutzlos verloren geht; aufserdem wäre das erforderliche Buchenholz leicht im Inlande zu beschaffen, was bei Pappelholz kaum der Fall ist.

Sollte auch Buchenholz den oben erwähnten Anforderungen nicht genügen, dann kämen Metallplatten in Frage, die eine gewisse Plastizität haben. Weicheisen, an das man zunächst denken könnte, kommt dabei wohl weniger in Betracht, da der unter der Schiene auftretende Flächendruck weit unter der Fliefsgrenze des Eisens bleibt.

Blei, das an sich geeignet erscheint, ist zu teuer.

Am geeignetsten dürfte Alluminium sein, das neuerdings für diesen Zweck vorgeschlagen worden ist. Es läfst sich in dünne Platten auswalzen, so dafs die Beschaffung erschwinglich ist, und es besitzt wohl in genügendem Mafse die Eigenschaft, dafs es sich in die Unebenheiten der Schiene und ihrer Unterlage hineinpreſst.

Offen bleibt allerdings zunächst die Frage, ob nicht vielleicht elektrolytische Erscheinungen auftreten, die sich mit der Zeit als schädlich herausstellen könnten. Entsprechen auch diese Versuche nicht den Erwartungen, wird in Frage kommen auf die Zwischenlagen überhaupt zu verzichten, denn das Wandern der Schiene kann durch eine zweckentsprechende Schienenbefestigung allein — wie die Erfahrungen mit dem Spannplattenoberbau der Österreichischen Bundesbahnen und dem Oberbau der Reichsbahndirektion Oldenburg lehren — verhindert werden.

Der Verschleifs zwischen der Schiene und ihrer Unterlage kann vielleicht auch dadurch vermindert werden, dafs man die scharfen Kanten der Unterlagsplatten bzw. der Eisenschwellen in geeigneter Weise abrundet.

Neue Wege zur Verstärkung des Oberbaues und des Bettungskörpers.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **A. Faatz**, Ansbach.

eit kurzer Zeit ist die Verstärkung des deutschen Oberbaues ge und zwar einerseits die Verstärkung der Schienen wellen durch Einführung des Reichsoberbaues und anderie Verstärkung der Bettung durch Verdichtung mittels zens oder Einstampfens.

iese Gesamtverstärkung, einschl. des Abwalzens des s, hat sich bisher durchaus bewährt; d. h. der ver- Oberbau ist der gröfseren Verkehrslast ohne Mehrauf- an Bahnunterhaltungsarbeit gewachsen.

rotzdem aber bedarf der neue Oberbau noch dringend r Verbesserungen und zwar in den nachstehenden n:

. Durch Wegfall des Füllkastenverfahrens bei Eisenlen, um einen rascheren Einbaufortschritt zu erzielen,

. durch Vereinigung der Vorzüge der Holzschwelle mit orzügen der Eisenschwelle in der sog. Verbundschwelle,

3. durch Verstärkung des Stofses durch Verbundschwellen,

4. durch sofortige und vollkommene Ableitung des Tagwassers und vollkommene Verhinderung von Aufquellungen,

5. durch Verhinderung jeglichen Aufkommens von Unkraut im Bettungskörper.

In neuester Zeit sind im Bezirk des Bau A Ansbach Bm. Oberdachstetten km 74 Treuchtl-Würzburg Versuche im Gange, die günstige Aussichten eröffnen.

Es ist bekannt, dafs Asphalt und verwandte Stoffe (Teer) im Strafsenbau eine hervorragende Rolle spielen; um so auffallender ist es, dafs diese Stoffe trotz ihrer hervorragenden Eigenschaften, im Eisenbahnbau noch nicht entsprechende Verwendung gefunden haben. Die Ursachen hierfür mögen verschiedener Art gewesen sein; unter anderem vielleicht auch deswegen, weil bisher bituminöse Stoffe nur bei trockener Witterung verarbeitet werden konnten, was eine zu grofse Abhängigkeit von der Witterung bedeutete.

Seit kurzem wird ein Produkt in den Handel gebracht, das in hervorragendem Mafse geeignet erscheint, ausgebreitete Verwendung im Bahnbau zu finden. Dieser bituminöse Stoff besitzt einmal die sehr wichtige Eigenschaft, dafs er bei jeder Temperatur bis $+ 4^0$ C herab und bei jeder Witterung eingebaut werden kann. Die Masse, die aus einer innigen vollkommen wasserfreien Mischung von Splitt und einer Teerbitumenverbindung besteht, bleibt zudem dauernd elastisch bei kleineren Drücken und dauernd wasserdicht. Dazu kommt noch, dafs die Mischung ohne Bedenken am Verwendungsort bis zur Zeit der Verwendung gelagert werden kann, ohne an Güte zu verlieren. Weiterhin wird die Masse kalt eingebracht, was als ein Hauptvorzug zu betrachten ist. Zudem verbindet sich dieser Stoff nach einem vorausgehenden Überstrich mit säurefreiem Teer verhältnismäfsig fest mit Eisen, so dafs die erzielte Haftfestigkeit einen gewissen Prozentsatz der Haftfestigkeit des Betons an Eisen erreicht.

Das verwendete Teerbitumenprodukt ist wasser- und säurefrei, so dafs es in Verbindung mit Eisen dieses vor Rost

Abb. 1. Einstampfen der bituminösen Masse in die Schwellen.
Links: Anstreichen des Schwelleninnern mit Teerasphalt.
Mitte: Einstampfen des feineren Materials.
Rechts: „ „ gröberen „
Im Vordergrunde die eingesteckten Hakenschrauben, im Hintergrunde das bereit gelagerte Material.

schützt; ich erinnere nur an die grofse Haltbarkeit von Schwellenschrauben in Holzschwellen, wenn die Schwellenschraubenlöcher zuvor satt ausgeteert werden.

Auf Grund der hervorragenden Eigenschaften des genannten bituminösen Stoffes ergeben sich mit Bezugnahme auf die eingangs geschilderten Nachteile des Eisenoberbaues und der Bettung die nachstehenden Verwendungsmöglichkeiten.

1.

Die eisernen Schwellen werden, um das Füllkastenverfahren auszuschalten, umgedreht und mit einer Mischung von säurefreiem Teerbitumen mit Splitt von verschiedener Korngröfse nach Einbringen der Befestigungsschrauben satt ausgestampft (Abb. 1).

Die Füllung der Verbundschwellen geht am zweckmäfsigsten in nachstehender Weise vor sich:

a) Streichen des Schwelleninnern mit zähflüssigem Bitumen.

b) Einstampfen einer kleineren Schicht feineren bituminösen Materials (~ 0 bis 5 mm Korngröfse).

c) Der Rest des Hohlraums der Schwelle ist mit einer groben Mischung bituminösen Materials auszustampfen; da diese Mischung eine gröfsere Druckfestigkeit besitzt als eine feinere Mischung (~ 10 bis 25 mm Korngröfse).

In der Mitte gestaltet man die bituminöse Schicht um ungefähr 1 cm schwächer auf ungefähr 50 cm Breite, um ein gleichmäfsiges sattes Aufliegen der unter Druck befindl Schwelle zu erreichen Abb. 2. Um das Haften dieser M am Eisen zu gewährleisten, wird die Schwelle zuvor noch einem Teeranstrich versehen, der auf die trockene Innenf der Schwelle aufgebracht wird. Die eingebrachte Masse bei mittlerer Temperatur nach einigen Stunden bereits so am Eisen, dafs nunmehr die Eisenschwelle fast wie eine schwelle behandelt werden kann. Die so vorbereitete Sch kann nun ohne weiteres auf das verdichtete und abgegli Schotterbett ohne Füllkästen verlegt werden. Da Schwellen aufserhalb der Umbauzeit ausgestampft werden kö so wird während des Verlegens damit keine Zeit verloren Verlegen geht deshalb bedeutend rascher vor sich als Füllkastenverfahren.

Die Füllung kann sehr leicht in die umgedrehte Sch in nächster Nähe der Verwendungsstelle eingestampft we Zwei Arbeiter stampfen bei achtstündiger Arbeitszeit ung 120 Schwellen ein, so dafs der Arbeitslohn je Schwelle bei Tageslohn 10 Pfg. beträgt.

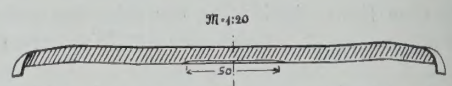


Abb. 2.
Eiserne mit bituminösen Stoffen gefüllte Schwelle. (Verbundsch

Das spez. Gewicht der eingestampften Masse b ungefähr 1,7 — 1,8. Die Füllung selbst beträgt bei den eis Schwellen des Reichsoberbaues rd. 50 cdm. Das Schwellenge beträgt 80 kg; hierzu kommt noch das Gewicht der Fü mit ungefähr $50 \times 1{,}7 = 85$ kg, so dafs sich das Gesamtge der gefüllten Schwelle auf mindestens 160 — 170 kg be Die Schwelle mufs daher von vier Mann getragen werde die Doppelschwelle am Stofs von acht Mann. Dieses gewicht ist mit Rücksicht auf die ruhige Lage des Ober sehr erwünscht, da das Verhältnis der angreifenden Zuglas den gestofsenen Massen des Oberbaues sich bisher zu ung gestaltete. Die Stofs- und Schlagwirkungen werden desh Zukunft bei dem mehr als doppelten Gewicht der Sch infolge ihrer gröfseren Massenwirkung geringer sein als b auch werden durch das gröfsere Gewicht Temperaturverwerf nicht mehr möglich sein, auch wenn die Stofslücken bede verkleinert werden sollten, wie angestellte Rechnungen bew Nach der Rechnung könnte bis zu R = 400 m jegliche T raturlücke entfallen in Hinblick auf die Wärmespannu jedoch noch nicht in Hinblick auf die zusätzlichen Bieg spannungen.

2.

Es ist bekannt, dafs sich die Eisenschwellen härter bef als die Holzschwellen. Nach neuerer Anordnung werden halb Pappelholzblättchen zwischen Schiene und Schwelle g auch um einem frühzeitigen Verschleifs des Kleineisens beugen. Es fragt sich nun, ob es nicht genügt, wenn das da elastisch-plastische Füllmaterial — elastisch bei gerin Drücken; plastisch bei gröfseren Drücken — diese Au übernimmt. Die ausgestampfte Eisenschwelle hat eine sehr Auflagefläche von rund $250 \times 25 = 6250$ qcm. Der je qcm ist also überschlägig gerechnet höchstens $3 - 3^1/_2$ kg Sollte der Druck an irgend einer Stelle der Schwelle st sein, so drückt sich der stärker gepreifste Schotter etwas i Masse ein, und es wird dadurch eine gleichmäfsige Druckau gewährleistet. Die mittlere Druckfestigkeit des Füllstoffes be nach Druckversuchen, die im technischen Büro der R. Nürnberg vorgenommen wurden, mindestens 26 kg/cm².

Die eingestampfte Masse begeht sich weicher als schwellen; es wird daher auch das Befahren dem der schwellen sehr wahrscheinlich mindestens gleichen. Eine

e Schwelle wurde nach drei Wochen aus dem Zugsgleis aut, um zu beurteilen, wie sich die Auflagerfläche gehalten abei haben sich die gesetzten Hoffnungen bestätigt; aller- ist die Zeit noch zu kurz, um ein endgültiges Urteil eben. Die Decke war genau so elastisch noch als vorher; ereinzelte Schottersteinchen hatten sich bis zu einigen etern eingedrückt. Die Reibung wird durch diese etwas reſsten Steine, wie schon früher erwähnt, auſserordentlich hrt, sowohl in der Längsrichtung der Schwelle (Mittel Verwerfung) als auch in der Längsrichtung der Schiene l gegen Wandern der Schwelle). Die Elastizität der Eisen- lle wird durch die Füllung nicht verringert, da ja die asse stärkeren Drücken nachgibt.

Es kann daher gesagt werden, daſs nach den bisherigen, auch nur kurzen Erfahrungen von der Verbundschwelle este für die Zukunft erhofft werden darf.

Der Gedanke liegt nun nahe, die Verbundschwellen in den werken, wo Teer und verwandte Stoffe in den Kokereien ebenprodukt gewonnen werden, fabrikmäſsig herzustellen war durch Einpressen der Füllmasse unter hohem Druck. kann, ähnlich wie z. B. bei Kunstasphaltplatten jeder ıschte Grad von Zähigkeit erreicht werden.

Es besteht die Möglichkeit, daſs bei groſser Hitze und bei endung von nicht geeignetem Teer der Füllkörper als s aus der Eisenschwelle herausfallen könnte. Diesem nd kann aber ohne weiteres dadurch begegnet werden, an zum Innenanstrich der Schwelle eine Bitumenverbindung die bei — 20° C noch nicht spröde und bei + 60° C nicht weich wird.

Eine auffallende Erscheinung hat sich bei der im Mai Jahres eingelegten Versuchsstrecke gezeigt und zwar rn als sowohl die Verbundschwellen als auch die Schwellen der bituminösen Decke weniger rosten als bisher. Die he ist die Unterbindung aufsteigender Bodenfeuchtigkeit. diesen Umstand wird voraussichtlich die Lebensdauer isernen Schwellen erhöht.

Das Unterstopfen der Eisenschwellen ist schwieriger, als Holzschwellen, weil die Hohlseite der Eisenschwellen ganz chotter, der durch den Stopfstoſs nach aufwärts getrieben n muſs, auszufüllen ist, um eine satte Lage der Eisen- lle zu erreichen. Da die Krampwirkung immer etwas nach ts geht so ist naturgemäſs das Anstopfen umständlicher ei Holzschwellen. Einfacher gestaltet sich nun diese Stopf- bei den mit bituminösen Stoffen gefüllten Eisenschwellen, fast genau so wie bei Holzschwellen. Im Gegenteil genügt ein leichterer Krampstoſs, da sich der Schotter leicht an astische Masse anpreſst. Der Schotter wird dadurch auſser- tlich geschont, auch geht das Stopfen rascher vor sich. as Prinzip der Stopfmaschinen gewissermaſsen darauf beruht, Schotter unter möglichster Schonung langsam in die Hohl- e der Schwelle nachzuschieben, so ist der an und für sich chaftlichen Verwendung der Stopfmaschinen noch weiter- ler Weg geebnet, da sie hier in derselben vorzüglichen e wie bei Holzschwellen Verwendung finden können.

3.

Der Schienenstoſs ist das Schmerzenskind des Oberbaues. Unterhaltung verschlingt den gröſsten Teil der Bahn- haltungsarbeit. Die Schienenenden schlagen sich trotz r Unterhaltung immer wieder ein. Bei feuchtem Unter- l erscheinen hier in erster Linie die so bezeichnenden - oder Schlagstellen.

Man hat bisher alle möglichen Verstärkungen versucht, bisher befriedigte keine restlos. Ich erinnere nur an den au von Stoſsbrücken oder von Doppelschwellen oder von betonrosten. Die letzteren haben sich bisher noch nicht mein einbürgern können, da der Betonrost in der Längs- richtung der Schiene etwas zu kurz ist; zudem sind sie verhältnismäſsig teuer.

Ein allem Anschein nach wirksames und bedeutend billigeres Mittel die einwirkenden Stoſskräfte zu verteilen und elastisch zu verarbeiten bilden noch brauchbare alte eiserne Schwellen, die mit bituminösen Stoffen gefüllt sind und daher eine gute Auflagerfläche bilden. Ihre Verlegung geschieht ungefähr nach (Abb. 3). Die Verbundschwellen werden bei bereits verlegtem Gleis von auſsen her zwischen Schwellenkopf und Schiene eingeschoben, was ohne Schwierigkeit vor sich geht und ohne Betriebsunterbrechung. Die breite Auflagerfläche kommt nach oben, d. h. sie werden umgekehrt verlegt wie die Querschwellen im Gleise Abb. 4. Diese Verlegungsart hat den Vorteil, daſs genügend Raum zum Stopfen bei nicht allzu hohem Schotterbett unter der Querschwelle vorhanden ist, und zugleich der Schotterkörper unter den Querschwellen durch die als Rost wirkende Verbundschwelle zusammengehalten wird. Die 2,70 m lange alte Eisenschwelle faſst mindestens drei Querschwellen am Anlaufende, da dies stärker beansprucht ist und mindestens zwei Schwellen am Ablaufende der Schiene. Die Druckfläche beträgt $270 \times 25 = 6750$ cm² gegenüber dem Eisenbetonrost Sorte I $0{,}66/0{,}90 = 5940$ cm².

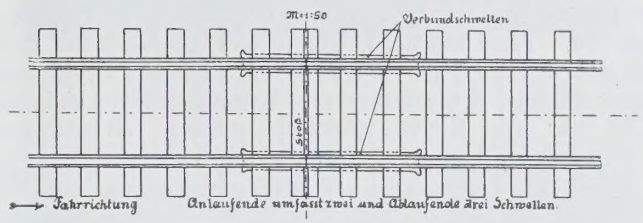


Abb. 3. Verbundschwellen als Roste für alte und neue Gleise. (Holz- oder Eisenoberbau).

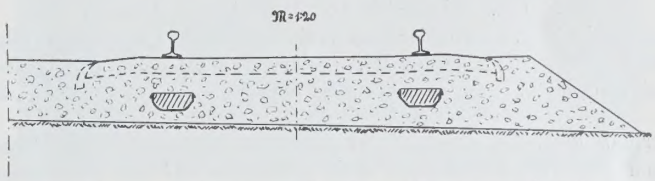


Abb. 4. Roste aus Verbundschwellen (Querschnitt).

Spricht auſser der Elastizität der Verbundschwelle weiterhin die groſse Druckfläche sehr zugunsten der Verbundschwelle, so dürfte ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit geradezu zwingend bei Bewährung für ihre Einführung sprechen.

Ein Schienenstoſs erfordert zwei Roste je 12 ℳ = 24 ℳ
Einbauzeit eine Tagschicht = 6 „ = 6 »
zusammen 30 ℳ

In unserem Falle können bei der Verbundschwelle alte eiserne Schwellen verwendet werden, die durch inneren und äuſseren Anstrich von Teerbitumen vor Rost geschützt werden und innen durch die eingestampfte bituminöse Masse auch noch verstärkt werden.

1 kg Schrott der eisernen Schwellen kostet 4 Pfg.; für eine Schwelle daher 80 kg × 4 Pfg. = 3,20 ℳ
50 dm³ Füllung mit Bitumen kosten 50 × 2,5 Pfg. = 1,25 ℳ
Arbeitslohn 0,10 »
Teer (Anstrich) 0,15 »
rund 1,50 ℳ

Einbau der zwei Verbundschwellen 0,60 ℳ; daher für einen Stoſs $2 \times (3{,}20 + 1{,}50 + 0{,}30)$ ℳ = 10 ℳ. Die Gesamtkosten für jeden Stoſs betragen daher nur $^1/_3$ der bisherigen für Eisenbetonroste. Da die Verbundschwelle trocken liegt (weil auf Schotter) und zudem einen satten Teeranstrich besitzt, ist ein Rosten kaum zu befürchten. Sollten die Verbundschwellen bei Gleisumbauten mit ausgebaut werden müssen, so ist immer

noch ein gewisser Altwert vorhanden. Die alten eisernen Schwellenstoffe werden daher aufs beste ausgenützt und kosten die Eisenbahnverwaltung äufserst wenig, trotz des grofsen voraussichtlichen Erfolges.

4.

Bisher hatte man nur den Oberbau im engeren Sinne, also Schienen und Schwellen verstärkt. Die Bettung wurde erst in neuerer Zeit durch Stampfen und Walzen verdichtet und dadurch ein dichteres, widerstandsfähigeres Gefüge geschaffen. Bei trockenem Untergrund mag diese Verstärkung bis zu einem gewissen Grade genügen, nicht aber bei feuchten Stellen, in nassen Einschnitten usff. Der nasse Untergrund wird durch die elastischen Bewegungen des Bettungskörpers saugend und knetend durchgearbeitet, so dafs bei Regenwetter allmählich eine breiige, flüssige Masse entsteht, besonders bei lettigem Untergrund. Die breiige Masse wird infolge der Lastwirkungen durch den Schotter hindurchgedrückt, so dafs das ganze Schotterbett verschlammt und unbrauchbar wird. Das Wasser ist daher der gröfste Feind der Bahnunterhaltung.

Der Kampf mit diesem Feind hat nach allen bisherigen Erfahrungen noch nicht zum Ziel geführt, d. h. es ist noch kein Mittel gefunden worden, das restlos befriedigt hätte, beispielsweise um das Aufsteigen von quelligem Untergrund zu verhüten. Teilmafsnahmen, wie tieferes Ausheben des Untergrundes, Zwischenlagen mit Sand oder Lösche, Faschineneinlagen, nützen auf die Dauer verhältnismäfsig nicht viel, wenn nicht sehr hohe Kosten aufgewandt werden. Es mufs ganze

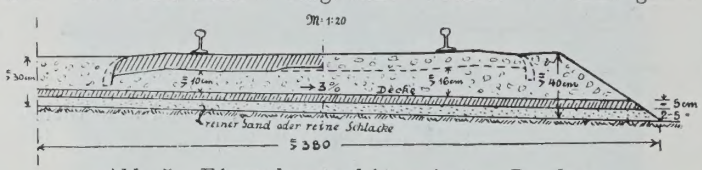


Abb. 5. Eingebaute bituminöse Decke.
Die Decke kann ohne oder mit Verbundschwelle eingebaut werden; die angegebenen Mafse sind Mindestmafse bei gutem Untergrund; bei schlechtem Untergrund entsprechend gröfsere Bettungsstärke.

Arbeit geleistet werden und diese besteht darin, das Wasser vom gesamten Bahnkörper ohne Rücksicht auf den Untergrund überhaupt fernzuhalten. Dieser einfache und naheliegende Gedanke, der bei zeitgemäfsen Asphaltstrafsen zur Ausführung gebracht ist, kann auch im Eisenbahnbau Anwendung finden. Es handelt sich nämlich darum, über dem gewalzten oder gestampften Planum eine absolut dichte Bitumenschicht aufzubringen, so dafs das Wasser, das durch das Schotterbett hindurchsickert auf der wasserdichten Decke sofort seitlich abläuft und dadurch ein Durchfeuchten des Untergrundes verhütet. Das Planum mufs daher auf die Dauer immer trockener und widerstandsfähiger werden, so dafs aller Wahrscheinlichkeit nach die Unterhaltungsarbeit sich auf ein Mindestmafs verringern mufs. Dazu ist die bituminöse Decke dauernd elastisch und wirkt zugleich als geschlossene Masse druckverteilender als ein lockerer Bettungskörper. (Vergleiche hierzu Bräuning »Die Grundlagen des Gleisbaus« 1920, Seite 49.)

Der Bettungskörper würde nach dem vorausgegangenen beispielsweise nachstehende Form besitzen können (Abb. 5). Auf das gewalzte oder gestampfte Planum wird eine Lage reinen Sandes von 2 bis 5 cm Stärke aufgebracht und verdichtet, darüber kommt die bis zu 5 cm Stärke betragende wasserundurchlässige Deckschichte und darüber der Schotter mit vorheriger ungefähr 1 cm starker Absplittung, um die Bitumenschichte vor dem Eindrücken scharfer Steinkanten zu schützen. Das Quergefälle genügt mit $3\,^0/_0$; da guter Ablauf gewährleistet ist. Die Stärke der bituminösen Decke kann bei trockenen Stellen bis auf $2^1/_2$ cm in verdichtetem Zustand herabgesetzt werden, während es sich in nassen Einschnitten empfiehlt bis auf 4 bis 5 cm Stärke zu gehen. Als wasserdichten Abschlufs erhält die Decke einen Überzug mit Kaltemulsion. Der P der Decke stellt sich im Eigenbetriebe bei $2^1/_2$ cm bis 3 Stärke auf ungefähr 1,20 bis 1,50 ℳ/m² ohne Frachtkos Eine Deckenbreite von 3,60 m genügt. Besonders zweckmä dürfte die Anwendung der Decke auch auf Dämmen s Nach Heft 31, S. 516 »Der Strafsenbau« 1926 wird für Da strecken von Strafsen mit Vorliebe Teermacadam verwen da er sich wegen seiner den Setzungen und Bewegungen Dammkörpers folgenden Elastizität sich ganz besonders bew hat. Auch Dammrutschungen können vielfach vermieden wer da ein Eindringen des Tagwassers wenigstens auf dem Bä körper bei Anwendung der Decke vermieden wird.

Der gröfste spez. Druck, den die Decke aufzunehmen beträgt höchstens 3 bis $3^1{}_2$ kg/cm²; das ist gegenüber spezifischen Drücken bei Strafsenlasten ein sehr geringer W eben infolge der grofsen Druckfläche der Verbundschwel Die Reibung des oberen Schotterbettes auf dieser wasserdich Decke ist mindestens ebenso grofs als im Schotterbett, da unteren Schottersteine des Bettungskörpers sich etwas in Masse eindrücken, ohne den Wasserablauf zu hindern.

Mit Rücksicht darauf, dafs dauernd trockener Untergr eine gröfsere spez. Pressung aufnehmen kann als durchfeucht und im Hinblick darauf, dafs durch Zwischenschaltung elastischen Decke genügende Elastizität für die Fahrbahn gew leistet wird, kann der Schotterbettungskörper voraussich schwächer gehalten werden. Was die Decke an Mehrko ausmacht, kann unter Umständen ganz an Schottermat eingespart werden. Der Schotter bleibt dauernd rein und l aufser durch die natürliche Verschmutzung durch die Z oder durch Staub sonst nicht verunreinigt werden; er wird aufserordentlich geschont. Zudem fällt weniger Aushub eben infolge der geringeren Bettungstärke und in Verbin mit beiden Umständen wird auch eine bedeutende Verminde der Transporte bzw. der Arbeitszüge eintreten, so dafs s auf den ersten Blick die Wirtschaftlichkeit gewährleistet Ein angestellter wirtschaftlicher Vergleich fällt durchaus zugun der neuen Einbauart aus. Erwähnt mag noch werden, daf Winter voraussichtlich keine Frosthügel mehr entstehen kön da kein Wasser unter die Decke kann, bzw. solches durch Sand, wenn ja welches von der Seite kommen sollte, abzie könnte.

Die Herstellung der Decke kann nicht nur bei au Betrieb gesetzten Gleisen erfolgen, sondern auch durch abschn weises Ausgraben und Einbringen der bituminösen Masse Schwelle zu Schwelle, z. B. bei feuchten Einschnitten oder besser durch Herausnahme ganzer Gleisrahmen in Zugspau

Ein weiterer Vorteil dürfte der sein, dafs die Gleise u Umständen auf 3,75 bis 4 m auseinandergezogen werden kön wenn sich eine geringere Bettungshöhe bewähren sollte. Verbindung damit könnte das Lichtprofil möglicherweise erl und erweitert werden, was im Hinblick auf die Elektrifizier der Eisenbahnen von weittragender Bedeutung wäre.

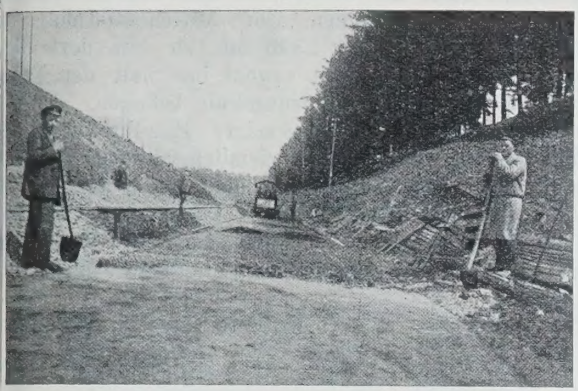
Wie bereits erwähnt, wurden im Spätherbst vorigen Ja kleinere Versuche durchgeführt, die nach allem bisherigen, gehegten Erwartungen bestätigen, besonders aber die neue im April dieses Jahres durchgeführten gröfseren Versu (s. Abb. 6 bis 8).

Sollten sich also die vorgeschlagenen Mittel auf die D bewähren, woran bis jetzt nicht zu zweifeln ist, so wäre Ideal des Bettungskörpers gefunden, weil dauernd trocken dauernd elastisch. Die Bahnunterhaltungsarbeit könnte da wenn zugleich auch eine Verstärkung des Stofses und Verringerung der Stofslücken im eingangs erwähnten S angestrebt würde, auf ein Mindestmafs herabgesetzt wer

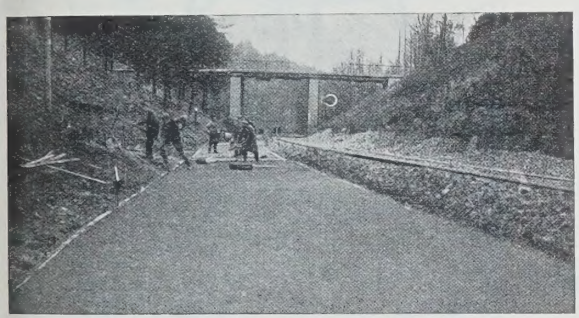
5.

Ein weiterer Umstand, der für die Einführung des ne Bettungskörpers spricht, ist der, dafs im Gleis überhaupt

ıut mehr aufkommen kann, da das Unkraut weder von herauf noch von oben hinab Wurzeln schlagen kann. e die tiefwurzelnden Pflanzen wie Schachtelhalm usw. n sämtlich vernichtet. Die Unkrautbekämpfung im Gleise damit ihre restlose Lösung gefunden. Mit Ausnahme auf anketten dürfte daher in Zukunft im Gleis überhaupt Unkraut mehr anzutreffen sein. Das Unkraut auf den Banketten



6. Im Vordergrunde das abgewalzte Planum mit aufgewalzter 2 bis 5 cm starker Sand- oder Schlackenschichte.
intergrunde Aufbringen und Einwalzen der 4 bis 5 cm starken bituminösen Masse.



7. Im Vordergrunde Aufbringen der bituminösen Feinschicht (Körnung 0 bis 5 mm).

durch chemische Mittel leicht bekämpft werden, während as Gleis die so komplizierten Entkrautungsmaschinen ihre chtigung verlieren würden. Dadurch, dafs kein Unkraut mmen kann, wird auch der Schotter verhältnismäfsig sehr bleiben; zumal er auch von unten her durch aufsteigenden rgrund nicht verschmutzt wird. Bei späteren Umbauten daher ein einfaches Ausgabeln genügen und der Schotter- auf ein Mindestmafs beschränkt werden können.

Nach Sachlage der Verhältnisse können wir daher sagen, bei Gesamtanwendung der vorgeschlagenen Mittel voraus- ich fast alle idealen Ansprüche an einen dauerhaften Oberbau einschliefslich Bettung befriedigt werden könnten unter voller Wahrung der Wirtschaftlichkeit. Aller Wahrscheinlichkeit nach, nach Überwindung von möglicherweise sich einstellenden Kinderkrankheiten, wird der Aufwand an Bahnunterhaltungsarbeit und an Material und Stoffabnützung sich voraussichtlich noch beträchtlich abmindern, so dafs mit aller Energie bei der gegenwärtigen Finanzlage danach gestrebt werden sollte die Angelegen-

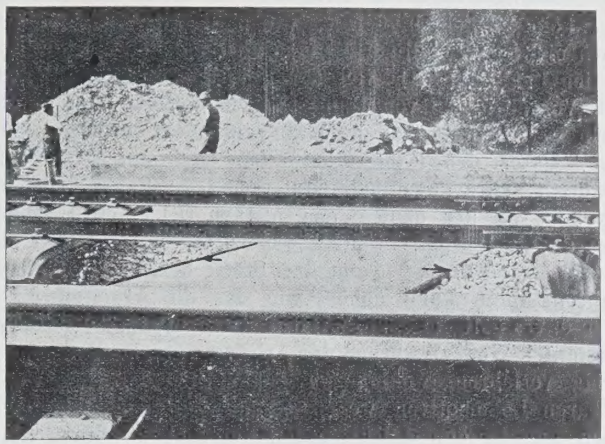


Abb. 8. Die fertiggestellte bituminöse Decke wird noch mit einer Kaltemulsion behandelt. Im Hintergrunde die abgesandete fertige Decke.

Abb. 9. Schutzschichte Teerasphalt (4 bis 5 cm stark) für die wasserdichte Abdeckung bei Brücken (zwischen den beiden Pfeilern).

heit baldmöglichst aus dem Versuchssuchstadium heraus zur allgemeinen Anwendung zu bringen*).

*) Anmerkung: Eine weitere Anwendung ergibt sich bei Brücken. Die bisherigen Schutzschichten der wasserdichten Abdeckung wie z. B. Klinker usf., um die wasserdichte Abdeckung durch Stopfstöfse nicht zu beschädigen, können in billigerer und zweckmäfsigerer Weise durch bituminöse Decken ersetzt werden. Eine Stärke von 4 bis 5 cm genügt (Abb. 9).

Die vorgenannte Verwendung teerhaltiger Stoffe im Eisenbahnbau dürfte auch dazu anregen, den so lästigen Staub für die Lokomotiven und Wagen, der bei den schienengleichen Überfahrten aufgewirbelt wird, durch Oberflächenteerung zu begegnen. Hierfür dürfte eine einmalige Teerung im Jahr genügen.

Neuzeitlicher Bockkran für die Unterhaltung von Wagen und Lokomotiven.

Von Dr. Ing **M. Osthoff** in Stettin.

Hierzu Tafel 34.

Im »Organ« 1926, Seite 68/69, ist anläfslich der Verkehrs- ellung in München 1925 der dort ausgestellt gewesene, der Hebezeugfabrik Gebr. Dickertmann in Bielefeld für ahnbetriebswerk Senftenberg gelieferte fahrbare Bockkran*) die Unterhaltung von Eisenbahnwagen kurz beschrieben en. Da dieser Kran inzwischen im In- und Ausland (vergl. »The Locomotive«, London, vom 15. 1. 26, Seite 25 bis 26) wegen seiner vielseitigen Verwendbarkeit Beifall gefunden hat (es sind bereits sechs Krane im Betrieb) und weiterhin durch Hinzufügen einer Senkvorrichtung für Lokomotivradsätze noch erheblich vervollkommnet ist, sei er im folgenden näher beschrieben.

*) D. R. Patente.

Fahrwerk.

Der Kran nach Abb. 1 bis 4, Taf. 34, die zugleich die Zusatzeinrichtungen (Hebebühne 9 und Grube 19) zum Auswechseln von einzelnen Lokomotivradsätzen zeigen, ist ein gewöhnlicher Bock-

kran, der über dem Ausbessergleis (1) für Wagen oder Lokomotiven lichtraumfrei auf zur ebenen Erde liegenden Schienen (2) (= Krangleis) verfahren werden kann. Es lassen sich daher eine ganze Reihe von leeren und beladenen, ganz beliebig durcheinander aufgestellten Wagen bearbeiten, ohne dafs diese, wie etwa bei Achssenken mit ihren ortsfesten Ständen, gestellt werden müssen, was in den Ausbessergleisen für die Arbeiter stets gefährlich ist. Die Kranbahn in Höhe des Erdbodens bildet kein Verkehrshindernis, wie z. B. Gruben oder Hochbahnen und ist viel billiger als eine hochliegende Laufkranbahn. Die vier Laufräder (3), von denen je eins in jedem Kranfufs durch Vorgelege (4) von Hand gedreht werden kann, sind in Kugeln gelagert, so dafs der Kran sehr leicht verfahren werden kann. Unter den Handkurbelwellen sind unten an beiden Kranfüfsen Tritte angebracht, auf denen die Fahrer mitfahren. Hebt man mit den beiden Wagenhaken (5) einen Eisenbahnwagen an einer Kopfschwelle etwas an, so können zwei Mann mit dem Krane noch bequem drei Stück beladene 20 t-Wagen verfahren. Man kann daher, wie das die Arbeiten an den Wagen öfters nötig machen, mit dem Krane die im Ausbessergleis aufgestellten Wagen während der Arbeitszeit mühe- und gefahrlos beliebig verfahren, wohingegen bekanntlich mit den weniger regelbaren Lokomotiven wegen Gefährdung der Arbeiter die Wagen nur in den Arbeitspausen verschoben werden dürfen. Für lange Ausbessergleise mit grofsem Arbeitsanfall empfiehlt es sich, den Kran statt von Hand elektrisch fahrbar einzurichten.

Haupthubwerk.

Der Bockkran trägt in seinem oberen Teile, durch das Dach geschützt, ein elektrisch angetriebenes und mit selbsttätigem Endausschalter versehenes Haupthubwerk (6) von 25 bis 30 t Gesamttragkraft. Statt mit Schnecken- und Stirnrädern, wie gewöhnlich, kann das Hubwerk auch mit reiner Stirnradübersetzung ausgerüstet werden. Das in handlicher Weise durch eine lange, wagrecht geführte Holzstange (7) an- und abstellbare Hubwerk endet in zwei gewöhnlichen Kranhaken (8), die sich, weil von einer Welle angetrieben, völlig gleichmäfsig heben und senken lassen und, weil an Seilen hängend, nach allen Richtungen hin ausgeschwenkt werden können. Hängt man in diese Haken Ketten, Seile oder Drahtseilgurte, so läfst sich mit ihnen grofsstückiges Ladegut z. B. Langholz, Walzeisen, Maschinenteile oder dergl., das sich auf seinem Wagen z. B. im Ablaufbetrieb verschoben hat, anheben und durch Verfahren des Kranes oder des Wagens leicht wieder in die ursprüngliche Lage bringen. Derartiges Ladegut läfst sich auch leicht in gleicher Weise auf einen andern brauchbaren Wagen verladen, wenn z. B. der eigene Wagen schwer beschädigt ist. Auch lassen sich schwer beschädigte Wagen (vergl. Textabb. 1) mit dem Krane leicht auf Plattformwagen z. B. zwecks Abbeförderung in Ausbesserungswerke verladen. Alle diese vielseitigen Arbeiten, für die zwischen Wagen und Kranbeinen auf beiden Seiten genügend Platz vorhanden ist, sind mit den bisherigen Hebezeugen, in der Regel Schraubenspindel-Hebeböcken, nur sehr umständlich und zeitraubend, mit Achssenken überhaupt nicht ausführbar. Ist das Ausbessergleis für Strafsenfuhrwerk zugänglich, so kann der Kran mit Vorteil zum Verladen schwerer Güter von Eisenbahnwagen auf Strafsenwagen und umgekehrt mitbenutzt werden, so dafs besondere sogenannte Überlade-, Umlade- oder Freilade-Bockkräne von 10 bis 30 t Tragkraft, die meist ortsfest über Freiladegleisen und weitab von den Ausbessergleisen aufgestellt sind und auf mittleren und kleinen Bahnhöfen verhältnismäfsig sehr selten benutzt werden, erspart werden können.

Wagenhaken.

Für gewöhnlich hängen in den Kranhaken (8) zwei besonders geformte Wagenhaken (5), deren vorspringende Nasen unter die Kopfschwellen aller Reichsbahnwagen und wohl auch aller auf der Reichsbahn verkehrenden fremden Wagen passen, und mit denen die leeren oder beladenen Wagen einseitig angeho werden können. Die Form dieser Wagenhaken wurde im Ba betriebswerk Cottbus durch Ausprobieren gefunden, nach die ersten, auf Grund von Wagenzeichnungen angeferti Haken, weil nicht überall passend, verworfen werden mufs Die Wagenhaken (5) können mit den auf Kugeln gelage Kranhaken (8) beliebig gedreht werden, so dafs sie mit il Nasen sowohl unter die vordere, als auch hintere Kopfschw eines Wagens fassen können. Ihre Mittenentfernung bet bei dem ersten Krane nur 2350 mm, so dafs dort die hängenden Wagenhaken sich sowohl innerhalb der Fahrz als auch der Streckenumgrenzungslinie befinden. Es mufs daher an den Kranbeinen besondere Handkurbelwinden gebracht werden, um die beiden ziemlich schweren Wagenha z. B. vor dem Zustellen und Abholen der Wagen oder b Verfahren des Kranes über besetztes Ausbessergleis (1) aus Fahrzeug- und soweit wie möglich auch aus dem Strec lichtraum seitwärts herauszuziehen und in dieser »Grundstellu

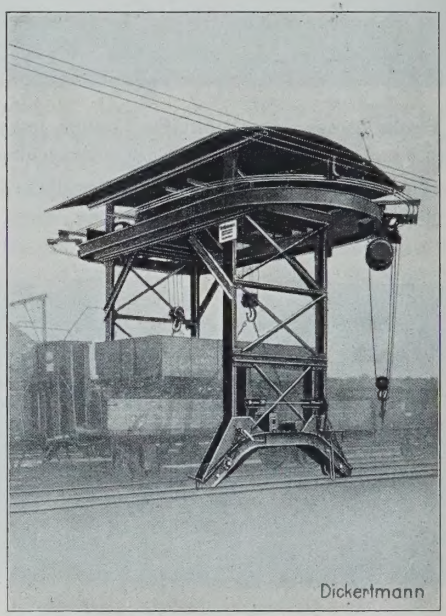


Abb. 1. Auf- und Abladen eines beschädigten Wagens.

zu sichern. Bei den neueren Kränen ragen die frei und ihren Nasen parallel zum Gleise hängenden Wagenhaken n mehr in die Fahrzeugumgrenzungslinie, sondern nur noc die Streckenumgrenzung hinein. Diese Wagenhaken kann mit der Hand noch bequem zur Seite (nach aufsen) drü und in dieser Grundstellung durch übergeworfene, an den K beinen befestigte Fallen sichern. Beim Anheben der Wa müssen hier nunmehr die beiden Haken natürlich bis zum fassen an der Kopfschwelle etwas nach innen unter die letz gedrückt werden, was ebenfalls wegen der grofsen Pendell mühelos möglich ist. Der neue Mittenabstand der Wagenh reicht auch aus, um an die Haken eine Hebebühne (9) Auswechseln von einzelnen Lokomotivradsätzen lotrecht hängen zu können, ohne durch irgend welche Lokomotiv behindert zu sein. Den Mittenabstand der Wagenhaken etwa durch Verschieben der beiden Hubseiltrommeln (10) veränderlich zu machen, würde die Baukosten des Kranes uni verteuern. Würde bei allen Wagen an beiden Enden Kopfschwellen, in deren Längsrichtung gemessen, je ein 75 mm breiter freier Platz vorhanden sein, so genügten der zwei schweren Wagenhaken (5) zwei Drahtseile mit kur hinter den Unterflansch der Kopfschwelle fassenden Kla Bei neuen Wagen liefse sich dieser Platz leicht scha Versuche, die Wagen — statt von der Stirn her an der K

Zum Aufsatz: Neuzeitlicher Bockkran für die Unterhaltung von Wagen und Lokomotiven.

Abb. 1.

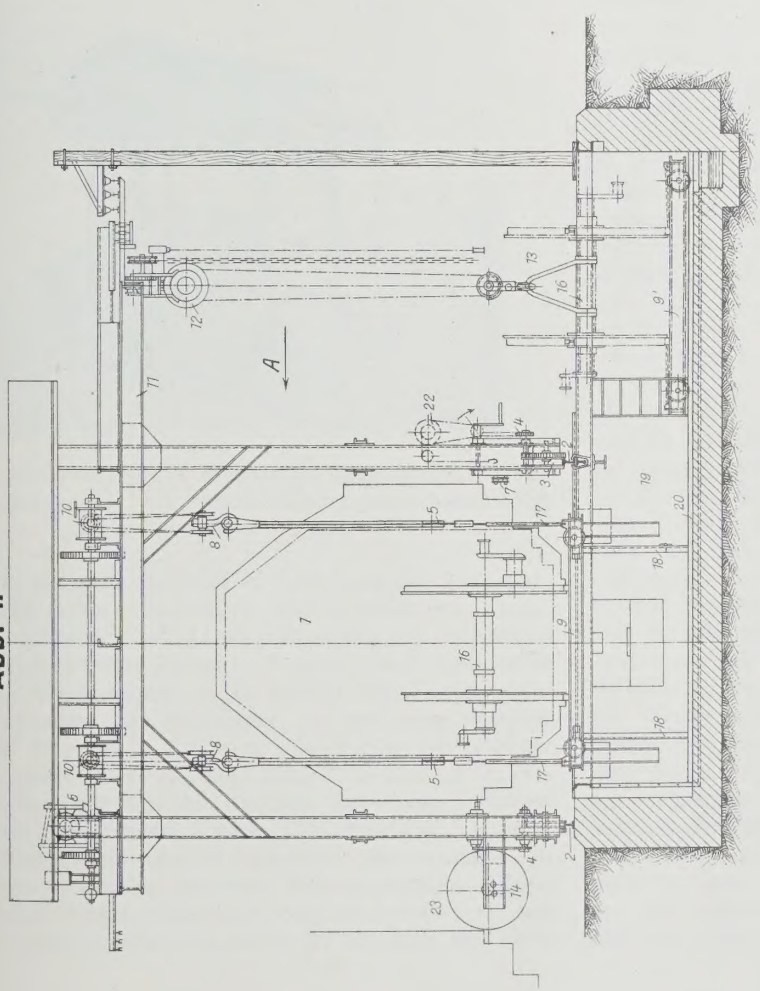


Abb. 2.

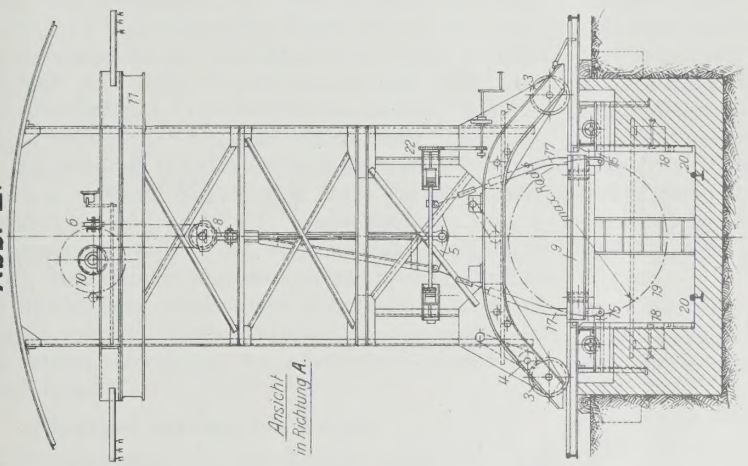


Abb. 3.

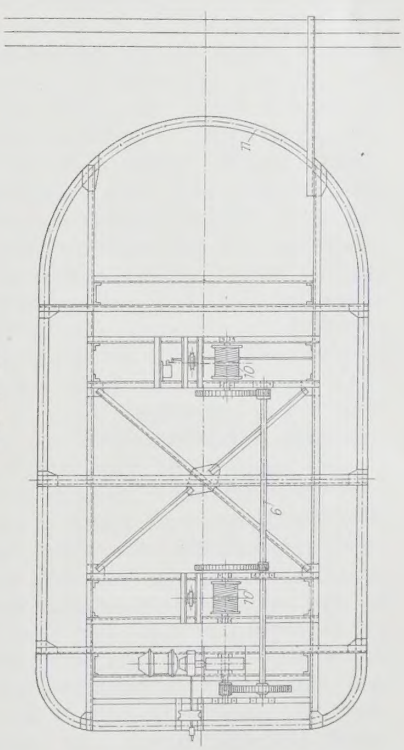


Abb. 4.

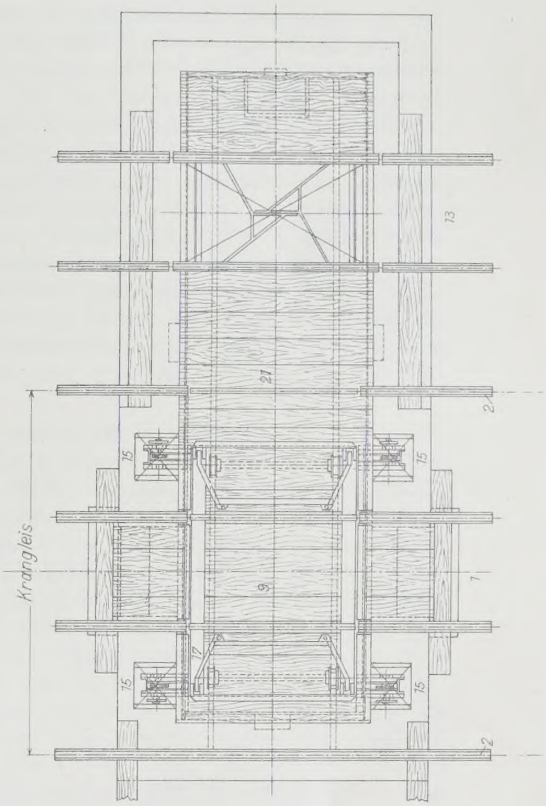
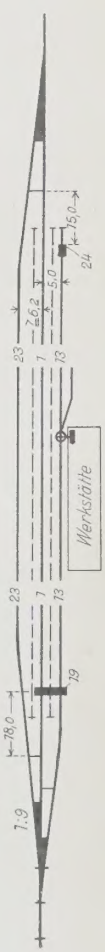


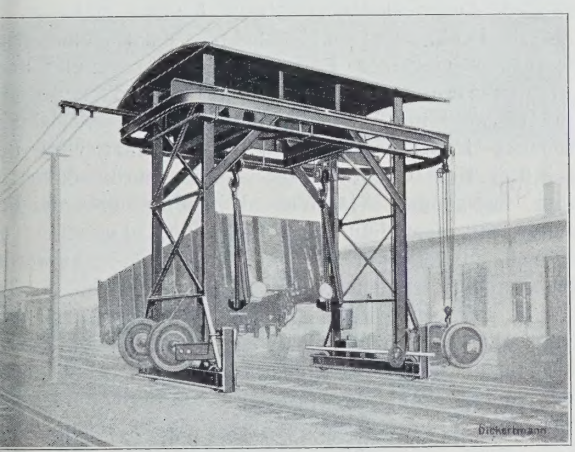
Abb. 5.



— von den Seiten her an den Langträgern zu fassen, zu einer praktisch brauchbaren Lösung bisher nicht Gegen Abrutschen von der Kopfschwelle sind die aken am Ende ihrer Nasen durch Steckkeile gesichert. an einen Wagen nach Unterschieben der Hakennasen ine Kopfschwelle einseitig an (vergl. Textabb. 2), und sich die beiden Gelenkvielecke: Seiltrommeln-Schienen m Gleichgewichtszustand, so stellen sich Kran oder oder beide Fahrzeuge gleichzeitig durch selbsttätiges llen zwanglos richtig zueinander von selber ein, so dafs ierdurch ein Abrutschen der Wagenhaken verhindert Erhält ein im Krane hängender Wagen beim Verschiebe- im Ausbessergleis aus Versehen einen Stofs, so läuft an einfach mit dem Wagen mit, ohne dafs eine g oder Beschädigung erfolgt. Da die beiden, von der tte gleich weit entfernten und gleich hoch über S. O. ngten Wagenhaken (5) sich völlig gleichmäfsig bewegen e etwa 3 m breiten Wagen sehr breit (in mindestens m Abstand) fassen, so ist ein Herauspendeln des an- en Wagenendes selbst bei ungleichmäfsig verteilter aus der Gleismitte so gut wie ausgeschlossen, und es daher später beim Senken des Wagenendes z. B. die spurkränze wieder richtig zwischen die Schienen oder shalter wieder richtig in die Achslagerführungen ein- werden können.

Einseitiges Anheben von Wagen.

it dem Haupthubwerk (6) des Kranes lassen sich nun he Wagen in leerem oder beladenem Zustand mittels der ine Kopfschwelle fassenden beiden Wagenhaken (5) zur me irgend welcher Untersuchungs- oder Ausbesserungs- einseitig hochheben (Textabb. 2). Die oberen Querverbin-



Einseitig angehobener Wagen mit ausgebautem Radsatz an der Hängebahn. Ein anderer Radsatz (links) befindet sich auf der Rundlaufvorrichtung.

der Krangerüste befinden sich hoch genug über S.O., agen mit Bremserhäusern so weit anheben zu können, adsätze einschliefslich Achslagern unter ihre Achshalter ausgerollt werden können. Verträgt (was sehr selten mt) die Wagenladung, z B. gefüllte Säuretöpfe, keine Neigung gegen die Wagrechte, so hebt man zunächst rkehrte Wagenende um etwa die Hälfte der Hubhöhe terbaut dieses Ende und hebt sodann das richtige Wagen- m die dort erforderliche Hubhöhe an. Lose verladene stoffe wie Sand, Steine, Kohlen, Kartoffeln usw. vertragen wie Kisten und anderes Stückgut ohne weiteres die einseitigen Hochheben üblichen Wagenneigungen. Unter ngehobenen Wagen lassen sich bequem Arbeiten an dem nboden, insbesondere auch solche an der Zug- und Stofs- vorrichtung, z. B. Lösen festgerosteter Zugstangenmuffen, ausführen. Vor allem lassen sich aber bequem und völlig gefahrlos lahme oder gebrochene Tragfedern oder Federgehänge auswechseln. Auf diese Weise sind in Senftenberg zur Zeit des englischen Bergleutestreiks 1926 täglich neben andern Arbeiten bis zu 30 unbrauchbare Tragfedern an beladenen Kohlenwagen mit dem Krane ausgewechselt worden. Zweckmäfsig wird eine genügende Anzahl neuer Tragfedern in passenden Gestellen an den beiden Kranfüfsen mitgeführt und nach Bedarf gegen beschädigte Federn ausgewechselt. Zwischen oder an den Kranfüfsen lassen sich überdies sehr gut Schmieröltöpfe mit Pinseln und verschliefsbare Behälter für Werkzeug, Schrauben, Bolzen, Splinte, Unterlegscheiben, Federlaschen und dergl. unterbringen. Das Bedürfnis, etwa Benzol-Schneid- und Schweifsapparate, elektrische Nietwärmer und Bohrmaschinen oder Prefsluftanlagen mit den nötigen Werkzeugen mitzuführen, hat sich bisher noch nicht herausgestellt, und es würde der Kran alsdann auch wohl seiner Hauptaufgabe, der Hebearbeit für den Austauschbau, zu sehr entzogen werden.

Auswechseln von Radsätzen.

Beim Entwurf des Kranes (1921) war in erster Linie daran gedacht, ihn an Stelle von Achssenken zum Auswechseln der damals sehr viel auftretenden heifsgelaufenen Wagenradsätze zu verwenden. Zu diesem Zwecke wird der Wagen nach Lösen der zwei Achshalterstege, Festlegen der zwei Tragfedern über dem Heifsläufer durch Holzkeile – und bei beladenen Wagen nach Abstützen der beiden Tragfedern des andern Radsatzes — mit den beiden Wagenhaken (5) einseitig so hoch angehoben (Textabb. 2), dafs der heifsgelaufene Radsatz mit Achslagern unter dem Wagen und zwar über die Puffer hinaus bis in den Bereich der oben rings um das Krangerüst laufenden Hängebahn (11) vorgerollt werden kann. Hier wird er von dem Elektrozug (12) der Hängebahn erfafst, an den Puffern vorbei angehoben und nach Verfahren des Elektrozuges auf der Hängebahn in dem nebenan befindlichen Parallelgleis = Radsatzgleis (13) abgestellt, aus dem dann sofort ein neuer Radsatz in umgekehrter Reihenfolge wieder unter dem Wagen eingebaut wird. Die Senkgeschwindigkeit des Haupthubwerkes (6) ist so bemessen, dafs die Achshalter bequem in die Führungen an den Achslagern eingelassen werden können. Für die ganzen Arbeiten sind nur zwei Mann erforderlich, die sehr flott arbeiten, weil sie stets zur ebenen Erde und nicht, wie es bei Achssenken erforderlich ist, in engen Gruben schaffen, in denen sie überdies herabfallendem Schmutz und bei nassen Wagenladungen schmutzigem Tropfwasser ausgesetzt sind. Bei starkem Anfall von Heifsläufern und auch von beschädigten Tragfedern verfährt man zweckmäfsig derartig, dafs ein Mann die Vor- und Nacharbeiten ausführt, z. B. die Achshalterstege vorher entfernt und später wieder anbaut, während zwei Mann mit dem Krane nur die Hauptarbeiten ausführen, also Radsätze und Tragfedern auswechseln. Achssenken bedingen ein umfangreiches Mauerwerk, das bei Bodensenkungen stark leidet und bei Gleisverlegungen wertlos wird. Die oft langen und daher wohl niemals zugedeckten Gruben der Wagenachssenken behindern den Verkehr zwischen den Gleisen und bilden grofse Gefahrpunkte für die Bedienungsmannschaften, besonders dann, wenn die Gruben im Freien liegend vereist oder verschneit sind. Bei Wagen mit Drehgestellen kann man entweder das Drehgestell des auszuwechselnden Radsatzes mit passenden Haken oder dergl. an den Wagenlangträgern festmachen, so dafs es mit angehoben wird, und dann wie beim Achswechseln an zweiachsigen Wagen verfahren. Oder aber man hebt den Wagen vom Drehgestell ab, rollt letzteres unter die Hängebahn und hebt mit dem Elektrozug das Drehgestell einseitig an, bzw. von dem auszubauenden Radsatz ab. Selbstverständlich lassen sich auf diese Weise auch gleich vollständige Drehgestelle

auswechseln. Soll bei dreiachsigen Wagen, die bei der Reichsbahn wohl nur noch als Personenwagen vorkommen, der mittlere Radsatz ausgewechselt werden, und würde der nur einseitig angehobene Wagen mit diesem Ende eher oben an dem Krangerüst anstofsen, als der Mittelradsatz unter dem Vorderradsatz ausgerollt werden kann, so mufs — ähnlich wie bei gefüllten Säuretopfwagen — zunächst das andere Wagenende etwas angehoben und unterbaut werden, oder auch der Vorderradsatz ausgerollt werden. Radsätze mit scharf gelaufenen Spurkränzen oder losen Reifen werden wie solche mit heifsgelaufenen Schenkeln ausgewechselt. Entgleist gewesene, anscheinend unbeschädigte Radsätze, die nach Vorschrift stets durch die Rundlaufprobe genau auf Verbiegungen zu untersuchen sind, werden auf der Hängebahn in eine an einem Kranbein angebrachte Rundlaufvorrichtung (Textabb. 2 vorn links) z. B. Spitzen, Rollenlager oder dergl. eingesetzt, durch ein- bis zweimaliges Rundlaufenlassen untersucht und, falls unbeschädigt, sogleich wieder unter den Wagen eingebaut. Aufser dieser Prüfvorrichtung können auch noch andere, den Hauptgebrauch des Kranes nicht weiter behindernde Einrichtungen, z. B. zum Schleifen und Polieren von Achsschenkeln oder dergl. mehr an den Bockkranfüfsen angebracht werden, so dafs der Kran eine kleine fahrbare Werkstatt darstellt.

Hängebahn.

Die aus I-Eisen bestehende Hängebahn (11) ist als geschlossener Ring ausgebildet, damit die Wege des Elektrozuges (12) möglichst kurz werden. Zum Durchfahren der scharfen Laufschienenbögen sind die Hängebahnkatzen für grofse Tragkräfte neuerdings von der Demag A.-G. in Duisburg nach einem Vorschlag von Reichsbahnrat Haldy in Essen mit drei Rädern ausgerüstet, von denen zwei auf dem äufseren und ein Rad auf dem inneren Unterflansch der Hängebahn laufen. Das Hubwerk der Hängebahn wird am besten elektrisch (auf Textabb. 2 noch von Hand!) angetrieben (Elektrozug), während für das Katzenfahrwerk wohl meist Handantrieb mittels Kettenhaspel genügt. Werden nur Wagenradsätze, die etwa 1,25 t wiegen, mit der Hängebahn befördert, so genügt eine Tragkraft des Elektrozuges von 2 t, während Lokomotivradsätze eine Tragkraft von 5 t erfordern. Mit der Hängebahn und entsprechend geformten Haken oder Klauen lassen sich auch sehr gut Seiten- und Kopfwände oder dergl. von Güterwagen, Hülsenpuffer usw. auswechseln, desgleichen an Lokomotiven Dampfdomteile, Luft- und Wasserpumpen, Vorwärmer und dergl. — Pumpen und Vorwärmer werden zweckmäfsig in dem Radsatzgleis (13) in einem ortsfesten (oder fahrbaren) Gestell von oben her bequem greifbar gelagert, das durch ein auf dem Gleise fahrbares Dach oder Hütte gegen Regen, Schnee und Schmutz geschützt ist. Vor allem aber eignet sich die Hängebahn sehr gut zum Verladen von Radsätzen und anderen schweren Teilen, z. B. Pumpen und Vorwärmern, sowohl aus dem Ausbessergleis (1) als auch aus dem Radsatzgleis (13) in etwa im Ausbessergleis (1) aufgestellte Güterwagen z. B. zwecks Abbeförderung zum Ausbesserungswerk und umgekehrt.

Weitere Anwendungsgebiete des Kranes.

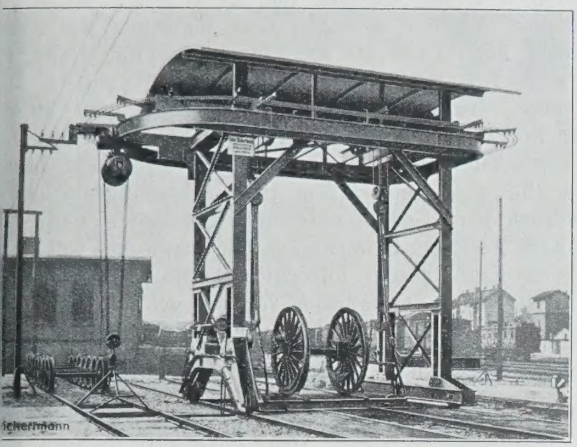
Man erkennt aus den vorstehenden, aus bereits mehrjähriger praktischer Erfahrung gewonnenen Angaben, dafs der Bockkran, unter dem beschädigte Wagen und solche mit verschobenen Ladungen bunt durcheinander, also unter Fortfall des sonst erforderlichen vorherigen Umstellens, aufgestellt werden können, ein für Eisenbahnwagen nahezu universales Untersuchungs- und Ausbesserungsgerät darstellt, das aber auch — in kleinerer Ausführung — für andere Fahrzeuge z. B. Lastkraftwagen, usw. sich ebenfalls gut eignen dürfte. Aber nicht nur Wagen, sondern auch die Kessel von Lokomotiven lassen sich einseitig am hinteren Ende (nach Entfernen des Führerhauses) mit dem Krane soweit hochnehm dafs Ausbesserungsarbeiten an den sonst durch die Rah verdeckten Kesselteilen z. B. Stehbolzen vorgenommen we können. An leichten Lokomotiven (bei Regelspur zu etwa drei Achsen) lassen sich ähnlich wie bei Säure wagen durch stufenweises Hochnehmen einzelne oder sämtl Radsätze auswechseln.

Mit zwei derartigen, am besten elektrisch fahrbaren B kränen lassen sich auch nach dem Neubertschen Verfa (vgl. Glaser's Annalen 1926, Heft 1183, Seite 97 bis sehr gut leere oder beladene Wagen von Breit- auf Reg spurradsätze und umgekehrt umsetzen. Dasselbe trifft für das Auswechseln sämtlicher Radsätze von Untersuchu wagen in Ausbesserungswerken, wofür zwei leichte Kräne je etwa 5 bis 15 t Tragkraft genügen dürften, weil die W hier unbeladen gehoben werden. Zum schnellen Hochneh von Lokomotiven, z. B. zwecks Auswechselns aller (auch einzelner) Radsätze dürften sich zwei kräftige Bockk mit passend geformten Haken dort, z. B. in grofsen besserungswerken, gut eignen, wo genügend Arbeit für sie an

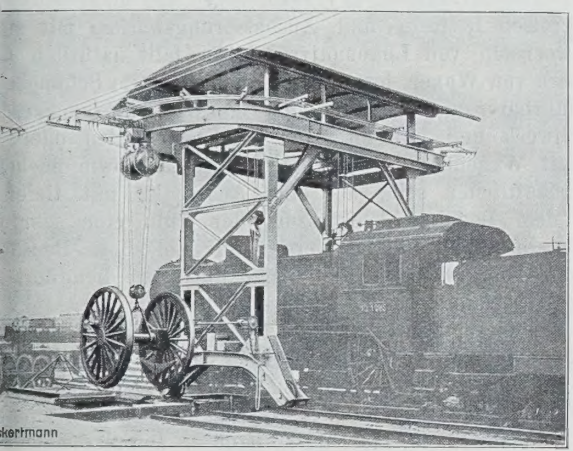
Zusatzeinrichtungen zum Auswechseln einzelner Lokomotivrads

Die guten Erfahrungen mit dem Senftenberger, für (meistens beladene) Güterwagen benutzten Bockkran, anlafsten den Verfasser, den Bockkran auch zum Auswech von einzelnen Lokomotivradsätzen einzurichten und dad sein Anwendungsgebiet, insbesondere in den Betriebswer erheblich zu erweitern. In den mittleren und grofsen Betr werken, die zwar nur einen Anfall je Woche von 1 bis 3 Radsätzen mit heifsgelaufenen Schenkeln oder scharf gelaufenen Spurkränzen oder lose gewordenen Radr haben, die aber ebenso wie abgelegene kleine Betriebsw stets eine Achswechselvorrichtung besitzen müssen, wü zwei starke Bockkräne zum Hochnehmen der Lokomotiven zw Auswechselns einzelner Radsätze nicht ausgenutzt und d viel teurer werden als eine gewöhnliche Lokomotivachsse die heute wohl nur mehr mit zwei oder vier, elektrisch getriebenen Hubschraubenspindeln ausgeführt wird und etwa 3,6 m tiefe Grube erfordert. Es wurde daher nur einziger, fast genau wie für Wagenbehandlung gebauter Bock verwandt, mit dem dann aber nicht die Lokomotiven eins angehoben, sondern nur einzelne Radsätze gesenkt werden. diesem Zwecke ist dem Bockkran (Abb. 1 bis 4, Taf. eine mit vier, in Kugeln gelagerten Laufrädern versel niedrige Hebebühne (9) hinzugefügt, die im Bereich Kranes in dem Ausbessergleis (1) und zwar am besten dessen Anfang oder Ende mit Hilfe von besonders gesiche Schubriegeln (15) für gewöhnlich fest eingebaut ist. Senken eines einzelnen Lokomotivradsatzes (16) wird Bühne (9) mittels vier einfacher Hängeeisen (17) oder d (vergl. Textabb. 3, die einen Radsatz ohne Lokomotive z an die beiden Wagenhaken (5) des Bockkranes von 2 30 t Tragkraft angehängt, dessen genaue Stellung über M Bühne durch zwei in die Kranbahnschienen eingelegte H vorher festgelegt worden ist. Nach geringem Anheben Bühne werden die dadurch entlasteten Riegel (15) mü fortgezogen, die Bühne zunächst zum Ablösen der Tragfe etwas gesenkt und alsdann, an den vier lotrechten Leisten geführt, in die Grube (19) abgelassen (Textabb. 4), auf d Gleise (20) sie mit dem Radsatz nach Lösen der Gehänge von Hand unter den Elektrozug (12) verfahren wird. Letz hebt den Radsatz aus der Grube (Textabb. 5) und setzt ih Radsatzgleis (13) oder sonstwo ab oder verlädt ihn auf im Gleise (13) oder (1) aufgestellte Versandwagen. Beim bauen von Radsätzen wird in umgekehrter Reihenfolge verfal Damit die Grube (19) nur so flach — also auch so billig wie möglich wird, wird der Radsatz (16) nur so tief gese

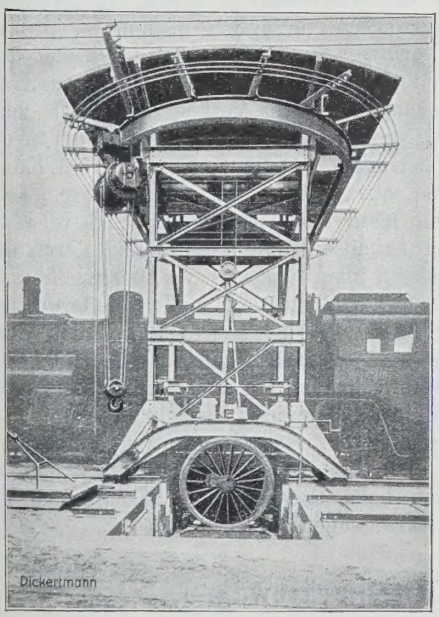
ne Oberkante gerade unter der Unterkante der beiden tivrahmen hindurchgeht. Dies ergibt für Lokomotiven



Lokomotivradsatz auf der an die Wagenhaken angehängten Hebebühne.



In Grube abgelassene Hebebühne mit Lokomotivradsatz fertig zum Verfahren auf dem Grubengleis.



Elektrozug hebt ausgebauten Lokomotivradsatz aus der Grube.

ofsen Radsätzen bis zu 2200 mm Durchmesser eine Tiefe uben — von S.O. zu S O. gemessen — von nur 1,7 m. Es müssen infolgedessen für das Verfahren von Bühne (9) und Radsatz (16) auf dem Grubengleis (20) die zwei U-Eisen des einen Bockkranfufses (Textabb. 3 bis 5) nach oben hin ausgebogen sein, und das zugehörige Schienenstück (21) der Kranbahn (2) mittels einer kleinen, am Kranbein befestigten Handseilwinde (22) nach oben hin (in den Raum zwischen den U-Eisen des Kranfufses) aushebbar angeordnet sein. Ferner ist gegenüber dem für reine Wagenbehandlung bestimmten Krane die Hängebahn für eine Tragkraft des Elektrozuges von 5 t verstärkt worden. Diese Änderungen sind so geringfügig, dafs man sie bei neuen Kränen stets gleich mit vorsehen sollte, um später bei Bedarf ohne weiteres Bühne und Grube zum Auswechseln von einzelnen Lokomotivradsätzen (und dann wohl auch von Mittelradsätzen dreiachsiger Wagen und von Radsätzen gefüllter Säuretopf- und dergl. Wagen) hinzufügen zu können. Die Gleisbrücke über der Grube im Radsatzgleis (13) wird mittels eines dauernd angebauten (für gewöhnlich niedergeklappten) Gehänges (vergl. Textabb. 3 und 5 vorn links) durch den Elektrozug vorher an passender Stelle beiseite gelegt. Im übrigen ist die Grube bei Nichtgebrauch durch lose Bretter völlig zugedeckt (vergl. Textabb. 3, auf der die Bühne etwas angehoben ist). Unter dem Ausbessergleis (1) ist die Grube beiderseits etwas verbreitert und mit Tritten versehen, so dafs — aufser durch die Bühne (9) hindurch — auch von den Grubenverbreiterungen aus Achshalterstege, Bremsgehänge und dergl. vor dem Ausbau eines Radsatzes leicht von unten her entfernt werden können.

Platzbedarf.

Für den Platzbedarf eines solchen Universalbockkranes sei, weil die Abb. 1 bis 4, Taf. 34 nicht mafsstäblich sind, folgendes angegeben: Mitte Radsatzaufstellgleis (13) liegt etwa 5,0 m weit von Mitte Krangleis = Ausbessergleis (1) ab und die Aufsenkante eines auf der Rundlaufvorrichtung (14) befindlichen Wagenradsatzes von 1,0 m Laufkreisdurchmesser ragt etwa 4 m über Mitte Ausbessergleis (1) hinaus. Die Masten für die elektrische Schleifleitung können je nach den örtlichen Verhältnissen links oder am besten wohl rechts (Abb. 1, Taf. 34) vom Ausbessergleis aufgestellt werden. Die Höhe des Kranes einschliefslich des Daches beträgt 7,65 m über S.O. und läfst sich erheblich verringern, wenn der Kran etwa in Ausbesserungswerken oder sehr grofsen Betriebswerken nur zum Auswechseln von einzelnen Lokomotivradsätzen mittels Bühne in gedeckten Hallen benutzt werden soll.

Gleisanlage.

In Abb. 5, Taf. 34 ist ein für die wohl am meisten vorkommenden Fälle passender Lageplan einer Wagenausbesseranlage mit einem Krane dargestellt, in der auch Bühne und Grube zum Auswechseln einzelner Lokomotiv-Radsätze vorgesehen sind. Das unter dem Krane befindliche Gleis (1) für bunt aufgestellte, schwer beschädigte und umzuladende Wagen ist am besten von zwei Seiten her z. B. durch Weichen zugänglich zu machen. Gleis (13) dient zum Aufstellen der Radsätze, Gleis 23 und gegebenenfalls weitere Parallelgleise zum Aufstellen leicht beschädigter Wagen. Die Grube (19) liegt zweckmäfsig an einem der beiden Enden von Gleis 1 in einer Entfernung von etwa 18 m vom Merkzeichen ab, während am gegenüberliegenden Gleisende, und zwar in etwa 15 m Entfernung vom (andern) Merkzeichen des Gleises (1), sich das wohl viel öfter als die Grube (19) benutzte Gestell (24) für Vorwärmer, Pumpen usw. befindet. Mufs Gleis (1) als Stumpfgleis enden, so liegt Mitte Grube zweckmäfsig in etwa 13 m Entfernung von dem Prellbock ab, während das Gestell (24) für Vorwärmer und Pumpen an der Einfahrweiche in Gleis (1) fahrbar oder ortsfest aufgestellt ist. Ist das Stumpfgleis sehr kurz wegen Platzmangels in der Längsrichtung, sind dafür aber mehrere kurze Parallelgleise vorhanden, so ist der Kran durch exzentrisch gelagerte Rollen,

die für gewöhnlich nicht tragen, auch quer zur Richtung des Gleises verfahrbar zu machen, damit er an einer passenden, mit Querschienen versehenen Stelle auf die Parallelgleise überführt werden kann.

Anlagekosten und Wirtschaftlichkeit.

Während die Kosten eines einfachen, nur für die Behandlung von Wagen bestimmten Bockkranes von 25 + 2 t Tragkraft nach Textabb. 2, ausschliefslich elektrischer Zuleitung und Gleisanlagen etwa 12000 ℳ betrugen, haben die (bei weiteren Lieferungen jedenfalls noch erheblich senkbaren) Kosten für die Erstausführung des für die Mitbehandlung von Lokomotiven mit Hebebühne usw. versehenen Bockkranes von 25 + 5 t Tragkraft nach Abb. 1 bis 4, Taf. 34 ausschliefslich elektrischer Zuleitung und Gleisanlagen etwa 21000 ℳ betragen. Die Kosten der im Lichten etwa 1,7 m tiefen, 2,5 m breiten und 8,75 m langen Grube, deren Sohle aus Beton und Seitenwände aus Ziegelmauerwerk bestehen, betragen etwa 2000 bis 2200 ℳ (Gesamtkosten etwa 23000 ℳ). Die Kosten einer elektrisch angetriebenen, vierspindeligen Achssenke von gleicher Tragkraft betragen etwa 8000 ℳ, während die Kosten der zugehörigen, zwei Schuppengleise unterspannenden, etwa 3,6 m tiefen, 2,5 m breiten und 11,4 m langen Grube bei gutem Baugrund etwa 6000 ℳ, bei Spundwandgründung etwa 11000 ℳ betragen (Gesamtkoten etwa 14000 bis 19000 ℳ). In den meisten Fällen sind daher vorläufig die Gesamtbaukosten der Krananlage zwar gröfser als die einer reinen Achssenkanlage. Während aber die Achssenke im Lokomotivschuppen nur wenige Stunden in der Woche ausgenutzt werden kann, läfst sich der Bockkran in der übrigen Zeit in bester Weise sowohl zum Auswechseln von schweren Lokomotivteilen z. B. Pumpen, Vorwärmern usw. mittels des Elektrozuges, als auch zum Ausbessern von Wagen und zum Umladen von verschobenem oder grofsstückigem Ladegut mittels der Wagenhaken oder des Elektrozuges benutzen. Gerade in seiner aufserordentlich vielseitigen Verwendbarkeit liegt der grofse wirtschaftliche Vorteil des Bockkranes gegenüber den Achssenken. Wenn auch das Auswechseln der einzelnen Lokomotivradsätze im strengen Winter oder bei sehr unwirtlichem Wetter (in Deutschland also nur an wenigen Tagen im Jahre) mit einem im Freien arbeitenden und nur durch ein Dach (allenfalls auch noch durch ein an der Schlagwetterseite eingebautes Blech) geschützten Krane lästiger ist, als im warmen und allseitig geschlossenen Lokomotivschuppen, so ist doch für die übrige, in Deutschland also weitaus längste, Zeit des Jahres das Arbeiten mit dem Krane und in seiner flachen Grube im Freien viel angenehmer als in dem meist dunklen und rauchigen Schuppen mit seiner sehr tiefen und daher gefährlichen Grube. Die Achssenken befinden sich unter den Lokomotivaufstellgleisen und ihre Motoren und anderen Triebwerksteile leiden daher durch herabfallenden Schmutz und Wasser. Auch sind die tiefen Gruben, die überdies oft nicht gegen Grundwasser dicht zu halten sind, schon an sich stets feucht. Beim Krane schützt das Dach das Triebwerk völlig und in meist genügender Weise auch die Bedienungsmannschaften. Bei den Achssenken gehen überdies an einzelnen (falls auch Wagenradsätze ausgewechselt werden, an entsprechend mehr) Tagen der Woche ein bis zwei, für das Aufstellen von Betriebslokomotiven meist dringend benötigte Schuppenstände, deren Baukosten je Stand etwa 20 bis 30000 ℳ betragen, verloren, während der Kran keiner geschlossenen, teuren Überbauten bedarf. Müssen z. B. bei Umbauten die Achswechselgleise verlegt werden, so gehen bei Lokomotivachssenke an Grubenmauerwerk 6000 bis 1100 bei einem Krane dagegen nur 2000 bis 2200 ℳ verl Alle diese Vorteile sprechen sehr zugunsten des Kranes bewogen auch 1926 die Reichsbahn-Direktion Halle, trotz bei allen Erstausführungen vorhandenen Wagnisses, als E für eine verbrauchte Lokomotivachssenke ganz alter B einen Bockkran mit Bühne für das Bahnbetriebswerk Lübb zu beschaffen, dessen Untergrund aus Fliefssand besteht daher für eine neue 3,6 m tiefe Achssenkgrube eine a ordentlich teure Spundwandgründung erfordert hätte. Di den Kran gesetzten Erwartungen sind inzwischen voll einget und der Kran, dessen lotrechte Führung der Bühne — weil hängend — anstandslos vor sich geht, arbeitet sowol Lokomotiven als auch Wagen zur gröfsten Zufriedenheit.

War bisher angenommen, dafs das Krangleis, wie es die Regel sein dürfte, in der Nähe des Lokomotivschuppens z. B. in Lübbenau liegt, so dürfte selbst bei grofser Entfer der Wagenausbessergleise vom Lokomotivschuppen der stets noch vorteilhafter sein, als eine der üblichen Lokom achssenken, zumal da der Kran zugleich ein billiges Ver der Lokomotivradsätze in Versandwagen und umgekehrt gest In grofsen Betriebs- und Ausbesserungswerken mit ständ Auswechseln von Lokomotivradsätzen fällt natürlich das bessern von Wagen fort. Aber auch hier (im Schuppen) (ein fahrbarer oder ortsfester, niedriger Kran mit rauchgeschü Triebwerk und mit an zwei einfachen Seilen oder La anstatt Wagenhaken aufgehängter Bühne sowie flacher (wirtschaftlicher sein, als eine Achssenke mit tiefer G Mit dem Bockkran-Elektrozug, der dann eine sehr ein Fahrbahn erhält, können ferner die Lokomotiv-Radsätze weiteres bis zwischen die Drehbankspitzen befördert od Wagen verladen werden, während bei der Achssenke h ein besonderer Förderwagen oder ein unter dem Schuppe hängendes, bzw. fahrbares Hebezeug von 5 t Tragkraft notw werden würde. Macht man den Kran mit exzentrisch gelag Rollen, die für gewöhnlich nicht tragen, auch quer zur Ric der Lokomotivgleise fahrbar, so kann er mehrere über der entsprechend verlängerten Grube angeordnete Bühnen bedi

Der Universalkran stellt somit ein für die Behan von Wagen und Lokomotiven sowohl in Betriebs- als Ausbesserungswerken vorzüglich geeignetes, neues Gerä und dürfte berufen sein, die Unterhaltungskosten der Fahr als auch die z. B. bei Wagenmangel sehr wesentliche Zeit ihrer Entziehung aus dem Verkehr erheblich zu verrin Die Betriebskosten des Kranes an elektrischem Strom sind gering und betragen z. B. in Senftenberg bei einem Prei 0,10 ℳ/KWh. etwa 150 bis 200 ℳ im Jahre. Selbstvers lich kann der Kran nur dort wirtschaftlich verwendet we wo genügend Arbeit für ihn anfällt, und durch die Ersp an Arbeitslöhnen usw. (genaue Vergleichszeitaufnahmen inzwischen in die Wege geleitet) und schnellere Wiederind stellung der Fahrzeuge die Beschaffungskosten des Kran wenigen Jahren herausgewirtschaftet werden. Bei der beso in den Betriebswerken an Ort und Stelle möglichen schne Rückgabe der Wagen an den Verkehr ist weniger die be Verzinsung der Wagenbeschaffungskosten, sondern vielmeh Möglichkeit in Betracht zu ziehen, mit den Wagen in verk reichen Zeiten hohe Gewinne aus Frachten zu erzielen sonst an Lastkraftwagen fallen.

Elektrische Beleuchtungsanlage für Hilfsgerätewagen.

Von Dr. Ing. **Ludwig Schultheiß**, München.

Die Erfahrungen bei verschiedenen Aufräumungsarbeiten haben allgemein den Wunsch nach Verbesserung der Beleuchtungsverhältnisse an den Unfallstellen entstehen lassen.

In den letzten Jahren sind zwar verbesserte Beleucht geräte für diesen Zweck entstanden, z. B. die Scheinw für Betrieb mit gelöstem Azetylen als Ersatz für das

Nordlicht, und die Petroleum- und Benzinstarklicht-

, brauchbar diese Beleuchtungseinrichtungen sind, restlos gen sie hinsichtlich Lichtstärke, Betriebssicherheit, Bereitschaft und Beweglichkeit nicht, am allerwenigsten insichtlich Feuersicherheit bei Gasausströmungen und ssicherheit bei Sturm und Regen. Den beiden letzten Forderungen vermag wohl nur die elektrische Beng ausreichend zu entsprechen.

wei Arten von Stromerzeugern kommen hierbei in Frage: tterie und die Anlage mit Verbrennungsmotor und rzeuger, kurz als Benzindynamo bezeichnet. Als Beoff kommt wohl nur Benzin, Benzol oder ein Gemisch den in Frage, da das Gewicht der Maschine für Schwerb zu grofs wird, und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes ie ausschlaggebende Rolle spielt, wie bei anderen Vergszwecken.

as die Betriebssicherheit anbelangt, so steht die Batterie n der Spitze, sorgfältige Überwachung und rechtzeitige vorausgesetzt. Der Benzinmotor hat aber in der Zeit em Krieg einen solchen Grad der Vollkommenheit erdafs eine damit betriebene Lichtanlage den Anforderungen lich Betriebssicherheit und Betriebsbereitschaft in jeder t genügt.

er Hauptnachteil der durch eine Batterie gespeisten liegt in der verhältnismäfsig geringen Lichtmenge, die Verwendung von Scheinwerfern nach Art der Autotung bedingt, der begrenzten Betriebsdauer durch Erng und der Notwendigkeit der Aufladung und Unterderselben auch bei Nichtverwendung.

e Anschaffungs- und Betriebskosten sind bei der nenbeleuchtung eher geringer wie bei der Batterietung, wie der nachstehende Vergleich zweier ungefähr ertiger Anlagen erkennen läfst (Zusammenstellung 1 und 2). lem besitzt sie dieser gegenüber den Vorzug der beliebigen ngsdauer sowie der stärkeren und nahezu blendungsfreien tung. Als besonderer Nachteil der Batteriebeleuchtung hinzu, dafs wegen des hohen Stromverbrauches wohl andlampen mitgeführt werden können, während dies bei aschinenbeleuchtung ohne Schwierigkeit möglich ist.

Aus den vorerwähnten Gründen wurde vom Maschinenamt München 2 eine elektrische Beleuchtungsanlage mit Benzinmotor entworfen, die aus folgenden Teilen besteht:

1. einer Benzindynamo von 2,2 kW Dauerleistung,
2. vier Beleuchtungsmasten mit
3. je zwei Beleuchtungskörpern,
4. einer Allgemeinbeleuchtung (Rohrmast und Beleuchtungskörper),
5. fünf Handlampen mit Kabel und Stecker,
6. Grubenkabeln von verschiedener Länge mit Steckern, Verbindungsstücken und Aufrollvorrichtungen.

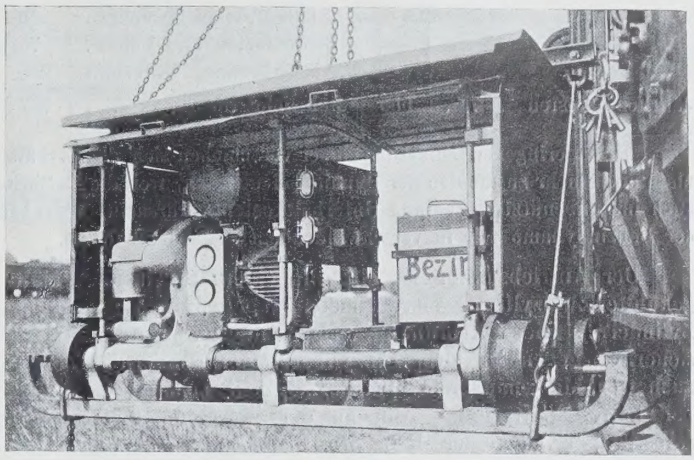


Abb. 1. Maschinenanlage 2 kW Dauerleistung.

Für die Wahl der Stromerzeugungsanlage waren mafsgebend: gröfste Betriebssicherheit, stete Betriebsbereitschaft, leichte Bewegbarkeit, geringes Gewicht und gleichförmiger Lauf der Maschine. Eine Leistung von etwa 2 kW wurde als ausreichend erachtet. Zur Zeit der Bestellung entsprach den gestellten Forderungen am besten eine Anlage, wie sie unter Mitwirkung des Maschinenamts München 2 von der Firma Robel München für Gleisoberbauzwecke entworfen wurde (Abb. 1).

Zusammenstellung 1.

Anschaffungspreis einer Beleuchtungsanlage, bestehend aus

ndynamo mit 2,2 kW Dauerleistung,
n mit je 2 parabolischen, horizontal und vertikal dreh- und enkbaren Beleuchtungskörpern, Bauart MA Mü 2,
lampen,
meinbeleuchtung.

4 Bosch-Batterien je 100 Amp./Std.
4 Zeifs-Scheinwerfern, Type Zesfeu 360, mit Abblendung,
4 zusammenlegbaren Holzstativen. Ohne Allgemeinbeleuchtung, ohne Handlampen.

Anschaffungspreis:

Gegenstand	Gewicht kg	Preis ℳ
ndynamo mit Zubehör und Ersatzteilen, W Dauerleistung	360	—
Grubenkabeln 30 m und 2 Grubenkabeln m	—	2827
chtungsmaste aus gezogenem Stahlrohr	—	440
ktoren, innen emailliert, einschliefslich ampen, mit je 2 m Kabel und Stecker .	—	284
meinbeleuchtung mit Mast	—	110
lampen mit Kabel und Stecker	—	79
	—	3740

emerkung: Verwendete Glühlampen (110 Volt) für die tungskörper . . . . . 8 × 200 = 1600 Watt,
Allgemeinbeleuchtung . . . . . 1 × 400 = 400 „
Handlampen . . . . . 5 × 50 = 250 „
2250 Watt.

Anschaffungspreis:

Gegenstand	Gewicht kg	Preis ℳ
4 Bosch-Batterien 6 Bl 10 100 Amp. Std., gefüllt und geladen, mit Blechkasten . . .	4 × 60 = 240	1178
4 Scheinwerfer mit Glühlampen, schwenkbare Gabel	—	1912
4 Holzstative, zusammenlegbar	—	450
2 × 50, 3 × 30 m Grubenkabel	—	288
4 Aufbewahrungskasten für Scheinwerfer und Zubehör	—	342
	—	4170

Bemerkung: Bei Verwendung von 100 Watt Glühlampen (12 Volt), beträgt die tatsächliche Brenndauer nur 10 Stunden.

Zusammenstellung 2.

Bei Annahme einer Benutzungsdauer von 200 Std./Jahr*) betragen die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Beleuchtungsanlage:

Mit Benzindynamo	RM	Mit Batterie	RM
Verzinsung des Anschaffungswertes von 3740 ℳ zu 7%	262	Verzinsung des Anschaffungswertes von 4170 ℳ zu 7%	292
Tilgung in 20 Jahren -	91	Tilgung der Batterie	
Aufwand für Benzin und Öl	150	(1178 ℳ) in 10 Jahren	85
Ausbesserung, Unterhalt	52	Tilgung der übrigen Teile	
		(2992 ℳ) in 20 Jahren	85
		Stromkosten und Löhne.	75
		Ausbesserung, Unterhalt	200
Jährliche Kosten . . .	555	Jährliche Kosten . . .	737

*) Bei geringerer Benutzungsdauer verschieben sich die Verhältnisse noch mehr zugunsten der Dynamobeleuchtung, weil die Batterie auch im unbenutzten Zustand Unterhaltkosten verursacht, was bei der Benzindynamo nur in verschwindendem Mafs der Fall ist.

Der Antriebsmotor ist ein mit einem Speziallüfter luftgekühlter Zweizylinder-Viertaktmotor mit gegenüber angeordneten Zylindern. Diese Anordnung erhöht nicht nur die Betriebssicherheit gegenüber dem Einzylindermotor, sondern verbessert auch den Massenausgleich und ermöglicht schnelleren Anlauf bei kalter Witterung. Ein an der Maschine angebrachter selbsttätiger Gasregler hält die Drehzahl der Maschine bei wechselnder Belastung auf gleicher Höhe. Die mit Sonderisolation (Feuchtigkeitsschutz) versehene Dynamomaschine ist mit dem Motor unmittelbar gekuppelt und auf eine gemeinsame Grundplatte aufgesetzt. Die Dynamo liefert Gleichstrom von 110 Volt Spannung. Vorhanden sind weiterhin ein Strommesser, ein Spannungsmesser, ein Ausschalter und fünf Steckdosen zu Kabelanschlüssen. Eine allseitige, verschliefsbare und aufklappbare Verkleidung aus Blech schützt die gesamte Anlage zuverlässig gegen Witterungseinflüsse ohne die Zugänglichkeit zu den einzelnen Teilen zu beeinträchtigen. Die Maschinenanlage kann aus dem Hilfsgerätewagen herausgenommen werden. Dies ist unbedingt notwendig, weil bei Unfällen der Standort des Wagens in den seltensten Fällen beibehalten werden kann. Die Aufräumungsarbeiten erfordern dauernd die Veränderung der Stellung des Hilfsgerätewagens zwecks Heranführung von Hilfslokomotiven an die Unfallstelle oder Entfernung beschädigter Wagen und Maschinen. Die Einrichtung ist deshalb tragbar und auf Rädern mit niedrig abgedrehten Spurkränzen fahrbar, so dafs Bewegung auf den Schienen wie auf dem Boden möglich ist. Aufserdem ist die Anlage mit unter die Räder schwenkbaren Schlittenkufen versehen, die durch Kurbel und Triebwerk verstellt werden können.

Eingehende Versuche haben gezeigt, dafs die Anlage eine Dauerleistung von 2,2 kW zu liefern vermag, und auf kürzere Zeit durch entsprechende Verstellung des Gasreglers noch weiter überlastet werden kann. Der Anwurf des Motors gelingt im ungünstigsten Falle bei strenger Kälte im Winter in längstens fünf Minuten. Zur weiteren Verkürzung der Anlaufzeit ist der Einbau einer Einrichtung zur elektrischen Vorwärmung des Gasgemisches beabsichtigt.

Das Gewicht der gesamten Anlage beträgt einschliefslich Benzin- und Ölvorrat, Werkzeugkasten und Zubehör 360 kg. Sie kann von sechs Mann getragen werden. Das Ausladen aus dem Wagen sowie das Einladen geschieht gewöhnlich unter Zuhilfenahme eines Flaschenzuges, der an einem kleinen Drehkran befestigt wird (Abb. 2). Inzwischen sind auf dem Markt leichtere Anlagen erschienen, die, falls die Verringerung des Gewichtes nicht auf Kosten der Betriebssicherheit erfolgt ist, an der oben bezeichneten Maschinenanlage treten können.

Die Beleuchtungsmaste bestehen aus einem Mastfu einem darin verschiebbaren Rohrmaste. Der Mastfufs vo

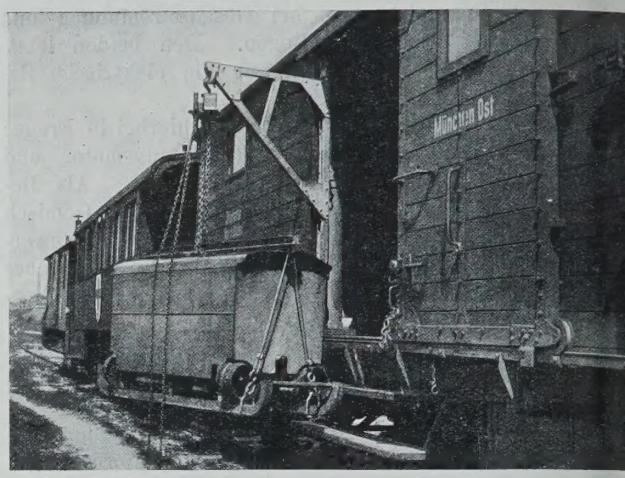


Abb. 2. Verladeeinrichtung für die Maschinenanlage.

Abb. 3.
Beleuchtungsmast mit verschiedenen Formen von Beleuchtungsk

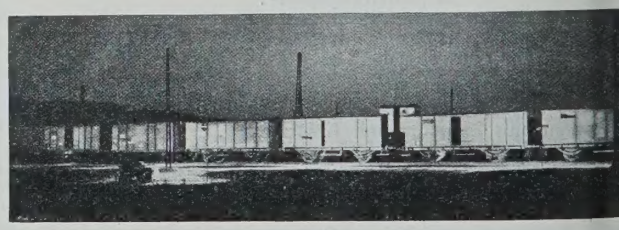


Abb. 4. Beleuchtung eines Güterzuges mit drei Beleuchtungs (sechs Lampen von je 200 Watt). Nachtaufnahme.

Länge aus Stahlrohr mit Ansatzstück und zwei Stellsch wird in den Boden eingeschlagen. An dem 2,3 m langen mast aus gezogenem Stahlrohr sind vier wasserdichte, 15 A steckdosen für die Kabelanschlüsse (Maschine, Beleuchtungs Handlampe) angebracht. Die Maste haben genügende Stand heit. Das Einschlagen des Mastfufses in den Boden gin bei hartgefrorenem Erdreich gut von statten. Jeder Mas

Beleuchtungskörper, die in wagrechter und senkrechter ung verstellbar sind, so dafs der Lichtstrahl nach jeder ›igen Richtung geleitet werden kann.

Es wurden seitens des MA 2 die auf Abb. 3 dargestellten verschiedenen Formen von Beleuchtungskörpern erprobt. Anordnung von zwei Lampen in gleicher Höhe und die der Blenden verfolgt den Zweck, eine langgestreckte chtung bei geringer Höhe zu erreichen, um eine möglichst Zugslänge bestreichen zu können (Abb. 4). Der Quer- t des Reflektors ist parabolisch, der Längsschnitt recht- Als Lichtquelle sind 200 Watt-Nitralampen vorgesehen. at sich gezeigt, dafs die Lage der Glühfadenebene zum ktor ziemlich gleichgültig ist. Es können Reflektoren nach hrung Abb. 3 links unten oder Abb. 3 oben verwendet n. Sofittenlampen (Abb. 3 rechts unten) lieferten kein es Ergebnis als gewöhnliche Glühlampen. Dem Vorteil was geringeren Blendung der Lichtquelle infolge des langgestreckten Glühfadens stehen die grofse Empfindlichkeit und der etwa 3,5 fache Preis dieser Lampen gegenüber. Sämtliche Lampen haben grofse Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen gezeigt.

Aufser den vier Beleuchtungsmasten mit je zwei Lampen ist noch ein Ständer für Allgemeinbeleuchtung vorgesehen, der unmittelbar an der Lichtmaschine zur Aufstellung kommt.

Die Grubenkabel von 30 und 15 m Länge besitzen an beiden Enden wasserdichte Stecker aus Gufseisen. Neuerdings werden auch Stecker aus Leichtmetall hergestellt, die wegen ihres geringeren Gewichtes vorzuziehen sind. Die einzelnen Kabelstücke können im Bedarfsfall durch Zwischenstücke miteinander verbunden werden.

Die Beleuchtungsanlage hat sich in allen Teilen sehr gut bewährt und bei Einhebungsarbeiten schon mehrmals die ganze Nacht hindurch anstandslos gearbeitet. Die Beleuchtung ist sehr gleichmäfsig und übertrifft auch an Helligkeit alle bisher bekannt gewordenen Beleuchtungsarten.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

Von geschätzter Seite erhalten wir folgende Zuschrift:

ebnisse aus Indizierversuchen mit Lokomotiven im Leerlauf.

Unter dieser Überschrift veröffentlicht ein Herr E. H. einen n Aufsatz in Heft 14 dieser Zeitschrift vom 30. Juli 1927, der ärfstem Widerspruch herausfordert, weil er ein völlig schiefes on dem Wert genauer Werkstättenarbeit und von Versuchen okomotiven entwirft.

Nach der Angabe des Verfassers ist es „allgemein bekannt", wei Lokomotiven gleicher Gattung, selbst von ein- und der- Bauanstalt „verschiedenen Dampfverbrauch bei gleichen ngen haben; weiter sind nach seiner Ansicht die Laufwider- gleicher Lokomotiven wesentlich verschieden, und endlich s danach einen objektiven Mafsstab zur Beurteilung der Loko- en nicht, sondern das einzig zuverlässige Urteil wäre das des Lokomotivführers. Hätte der Verfasser recht, so könnten okomotivbauanstalten und Werkstätten getrost die Mühe und n des Austauschbaues und des Genaumefsverfahrens bei der Her- iederherstellung ersparen, und die Lokomotivversuche könnten tellt werden. In Wirklichkeit liegt die Sache ganz anders.

Der Gedanke zu untersuchen, wie weit zwei gleichartige Loko- en verschiedener Herkunft, aber von gleich sorgfältiger Bau- Ausbesserungsweise in ihrem Verbrauch, also ihrer Wirtschaft- t, übereinstimmen, kann selbstverständlich sehr wohl auf- n. Es bedurfte nicht der Behauptung des Herrn E. H., dafs Verbrauchszahlen und Leistungen nicht erzielbar wären, um em solchen Versuch etwa mittelbar anzuregen. Vielmehr sind eranlassung der Reichsbahnhauptverwaltung bereits 1925 Ver- versuchsfahrten mit 3 G 12-Lokomotiven ausgeführt worden, ach dem neuen Genaumefsverfahren bei der Allgemeinen izitäts-Gesellschaft, bei Borsig und Henschel ausgebessert n waren. Die Verbrauchszahlen, ausgedrückt in kg Dampf/PSeh llig exaktem Mafsstab wurden für jede Lokomotive bei einer enden Zahl verschiedener Leistungen ermittelt, um aus den rigen Punkten in der zeichnerischen Darstellung eine sichere auchskurve in Abhängigkeit von der Leistung aufzuzeichnen. urven der drei Lokomotiven decken sich in der zeichnerischen Darstellung fast völlig; die etwa noch erkennbaren Unterschiede sind jedenfalls so gering, dafs sie das Prädikat raktischen Gleichheit nicht stören und ihren Grund auch gut in geringfügigen Fehlerquellen der Mefseinrichtungen haben n. Darüber hinaus haben die neueren sorgfältigen Fest- gen der Reichsbahn mit den Lokomotiv-Mefswagen zu der ntnis geführt, dafs die mechanischen Wirkungsgrade der uglokomotiven bei geringen Geschwindigkeiten, aber hohen ngen, also bei Fahrten auf Steilrampen, in sehr engen Grenzen, von 92 bis 95 % liegen, obwohl es sich dabei um Lokomotiven iedener Achsgruppierungen und von verchiedenem Triebwerk vei bis vier Zylindern handelt. Wenn trotz dieser Verschiedenheit der Lokomotiven, die deshalb zu etwas verschiedenen Wirkungsgraden auch berechtigt, das Gebiet der Wirkungsgrade im Sinne des reinen Reibungswiderstandes so aufserordentlich schmal ist, so beweist das eben, dafs man sehr wohl Lokomotiven von praktisch gleichem Eigenwiderstand, und zwar erfreulich geringem Eigenwiderstand, durch sorgfältige Werksstättenausführung erhält. Auch die Wirkungsgradkurven jener 3 G 12-Lokomotiven sind nachträglich ermittelt worden und haben sich nur ganz geringfügig unterschieden.

Ist hiernach schon die Behauptung des Herrn E. H. von der absoluten Ungleichartigkeit zweier Lokomotiven grundsätzlich falsch, so sind seine Ausführungen nicht einmal für den Leerlauf der von ihm behandelten Lokomotiven völlig schlüssig. Selbst wenn man davon absieht, dafs es sich wahrscheinlich bei den betreffenden Lokomotiven um die gröfsten beobachteten Abweichungen handelt, so hat doch der Verfasser mehrere entscheidende Umstände aufser Betracht gelassen. Zunächst hat er die Diagramme nicht ausplanimetriert und daher zahlenmäfsig gar nicht festgestellt, ob denn die Leistungsabweichungen wirklich in allen Fällen so erheblich sind, wie er in Worten behauptet. Zweitens leitet er die grofsen Abweichungen aus den wesentlich verschiedenen Füllungen ab; dabei bezeichnet er eine Füllung, bei der die Steuerungsmutter zwischen 0,1 und der sogenannten 0-Füllung steht, als 0,05. Er bringt dabei nicht zum Ausdruck, dafs die sogenannte Nullfüllung keineswegs eine wirkliche Nullfüllung bedeutet, sondern bei den üblichen Steuerungen eine solche von 5 bis 6 %. Die von ihm als 5 % bezeichnete Füllung beträgt daher in Wirklichkeit etwa 8 %, und damit ist die Verschiedenheit der Diagramme ohnehin nicht so grofs, wie aus der „scheinbaren" Füllung zu schliefsen wäre. Weiterhin fehlt jede Angabe über die Witterung. Wenn z. B. die Fahrten sich einmal bei günstigem Wetter, andererseits bei kräftigem Gegenwind abgespielt haben, so hat im letzten Falle die Lokomotive eine höhere Leistung für ihre Fortbewegung hergeben müssen, aber nicht weil der Reibungswiderstand gröfser war, sondern weil sie einen gröfseren Luftwiderstand zu überwinden hatte. Gerade bei leer und schnell fahrenden Lokomotiven ist der Anteil des Luftwiderstandes erheblich. Auch beziehen sich gerade scheinbar beweiskräftige Angaben auf Geschwindigkeitsänderungen, also Beschleunigungskräfte neben Widerstandskräften, und verstofsen damit gegen die Hauptregel jeder zuverlässigen Widerstandsmessung: die Vornahme im Beharrungszustand; ebenso ist in keiner Weise auf etwa veränderte Steigung Rücksicht genommen, und die Dampfdrücke sind wesentlich verschieden (9 bis 12 at). Sind hiernach die Ausführungen des Verfassers nicht schlüssig, so erwähnt er überhaupt nicht die Möglichkeit, dafs anderseits die Einregelung der Steuerung oder die Arbeitsausführung in dem einen oder andern Falle nicht gut gewesen sein kann. Die Versuchsakten des Reichsbahn-Zentralamts enthalten mehrere interessante Fälle, in denen Leistung und Wirtschaftlichkeit einiger Lokomotiven gerade durch

mangelhafte Steuerungseinstellung, vielleicht auch mangelhafte Dichtigkeit der Schieber und Kolben erheblich beeinträchtigt waren.

Zusammenfassend ist also nochmals zu sagen, dafs die Ansicht des Herrn E. H. von der Unmöglichkeit gleich wirtschaftlicher und leistungsfähiger Lokomotiven völlig unzutreffend ist.

Reichsbahn-Zentralamt. Nordmann.

2 D 1 - h 2 Personenzuglokomotive der Pennsylvania Bahn.

Hierzu Tafel 35.

Die Pennsylvania Bahn hat neuerdings 200 Stück 2 D 1-Lokomotiven in Dienst gestellt, von denen 175 Stück von Baldwin, die restlichen 25 von den Lima-Werken gebaut wurden. Die genannte Bahn ist so ziemlich die einzige in den Vereinigten Staaten, deren Lokomotiven noch gewisse Eigentümlichkeiten aufweisen; auch die neuen Lokomotiven zeigen verschiedene bemerkenswerte Neuerungen, vor allem eine Erhöhung des Kesseldrucks auf 17,6 at bei im wesentlichen noch normaler Ausführung des Kessels bzw. der Feuerbüchse.

Wie bei den meisten neueren Lokomotiven der Bahn ist der Kessel in Belpaire-Form ausgeführt. Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen; der vordere Schufs ist kegelförmig ausgebildet mit 2146 mm äufserem Durchmesser vorn und 2438 mm hinten. Um die Rohre möglichst kurz zu halten, ist eine annähernd 2,5 m lange Verbrennungskammer vorgesehen. Die flache Decke des Belpaire-Stehkessels zieht sich bis über die Verbrennungskammer vor; der Kesselschufs besteht an dieser Stelle aus vier Teilen, der Decke, zwei Seitenteilen und einem Unterteil, das hinten gleich als Stehkesselvorderwand ausgebildet ist. Der Stehkessel ist aus einer Decke und zwei Seitenteilen zusammengesetzt, der Feuerbüchsmantel aus einem Stück hergestellt. Die Feuerbüchsvorderwand bildet wieder ein Stück mit dem Unterteil der Verbrennungskammer. Um den bei der grofsen Länge der Feuerbüchse samt Verbrennungskammer bedeutenden Einflufs der Wärmeausdehnung auszuschalten, ist zwischen beiden ein kurzer Ausdehnungs-Schufs eingeschoben. Die Lokomotive besitzt Kleinrohrüberhitzer; die Rauchrohre sind in die hintere Rohrwand eingeschweifst.

Das Triebwerk ist sorgfältig durchgebildet, um das Gewicht möglichst niedrig zu halten. Die Kreuzköpfe sind nur einseitig geführt und aus Vanadiumstahl hergestellt, die Zapfen sind gehärtet. Die Rahmenwangen sind aufserordentlich kräftig gehalten; sie sind 178 mm, oberhalb der Kuppelachsen mit einer Versteifungsrippe sogar 240 mm stark. Jede Rahmenwange bildet ein besonderes Stahlgufsstück.

Von der Ausrüstung sind zwei nichtsaugende Strahlpumpen und das — in Amerika bisher wenig übliche — Druckluftläutewerk zu erwähnen. Bei der Betätigung dieses Läutewerks mit Druckluft bewegt sich, wie üblich, der Klöppel; es kann aber auch die Glocke selbst von Hand bewegt werden. Vorwärmung des Speisewassers ist nicht vorgesehen. Der Tender mit Stahlgufsrahmen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen.

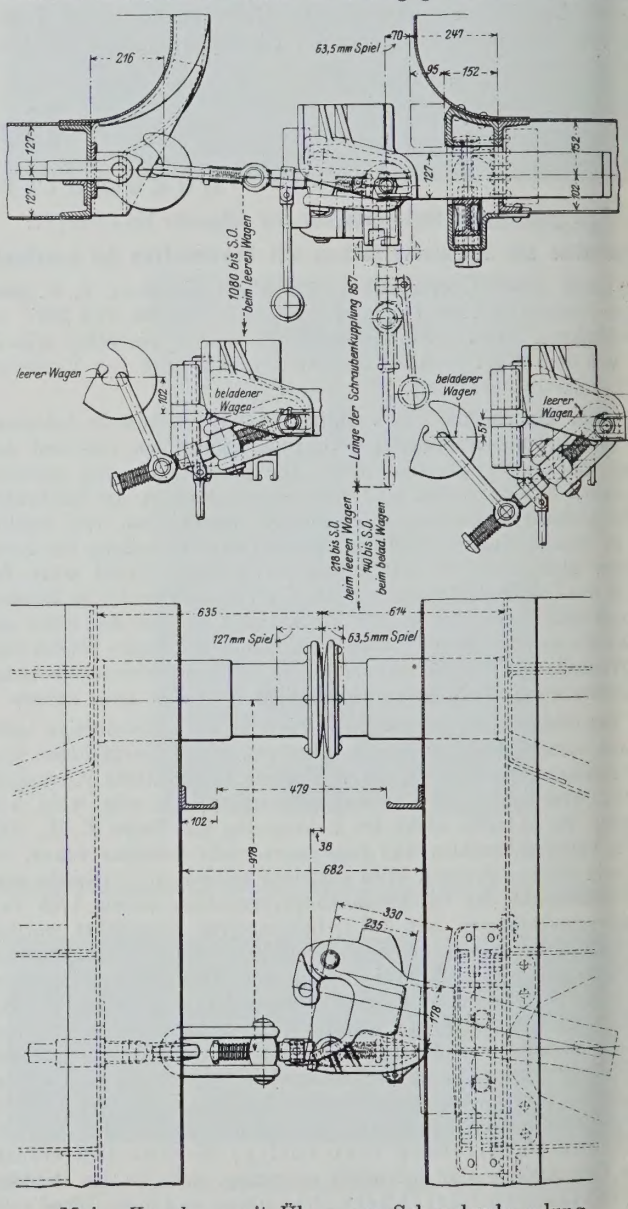
Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	17,6 at
Zylinderdurchmesser d	686 mm
Kolbenhub h	762 „
Kesseldurchmesser gröfster aufsen	2438 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	2978 „
Heizrohre: Anzahl	120 Stück
„ Durchmesser	57 mm
Rauchrohre: Anzahl	170 Stück
„ Durchmesser	89 mm
Rohrlänge	5817 „
Heizfläche der Feuerbüchse mit Verbrennungskammer und Wasserrohren	37,0 m²
Heizfläche der Rohre	400,0 „
„ des Überhitzers	151,0 „
„ — im ganzen — H	588,0 „
Rostfläche R	6,5 „
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	5740 mm
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12510 „
„ „ der Lokomotive einschl. Tender	24178 „
Durchmesser der Treibräder	1829 „
„ „ Laufräder vorn	838 „
„ „ „ hinten	1270 „
„ „ Tenderräder	914 „
Reibungsgewicht G_1	121,0 t
Belastung des Drehgestells	27,2 „
„ der Schleppachse	25,5 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	173,5 „
„ des Tenders	98,5 „
Vorrat an Wasser	41,5 r
„ „ Brennstoff	16,0 t
H : R	90,5
H : G	3,4 m
H : G_1	4,86 n

(Railway Age 1926, 2 Halbj., Nr. 21.) R. D

Majex-Kupplung mit Übergangs-Schraubenkupplung.

Die Majex-Kupplung ist eine etwas leichtere Ausführ der bei den nordamerikanischen Bahnen allgemein verwendeten sell tätigen Mittelpufferkupplung, der sogenannten D-Kupplung, die die Bahnen aufserhalb Amerikas zu kräftig gebaut ist. Um die n

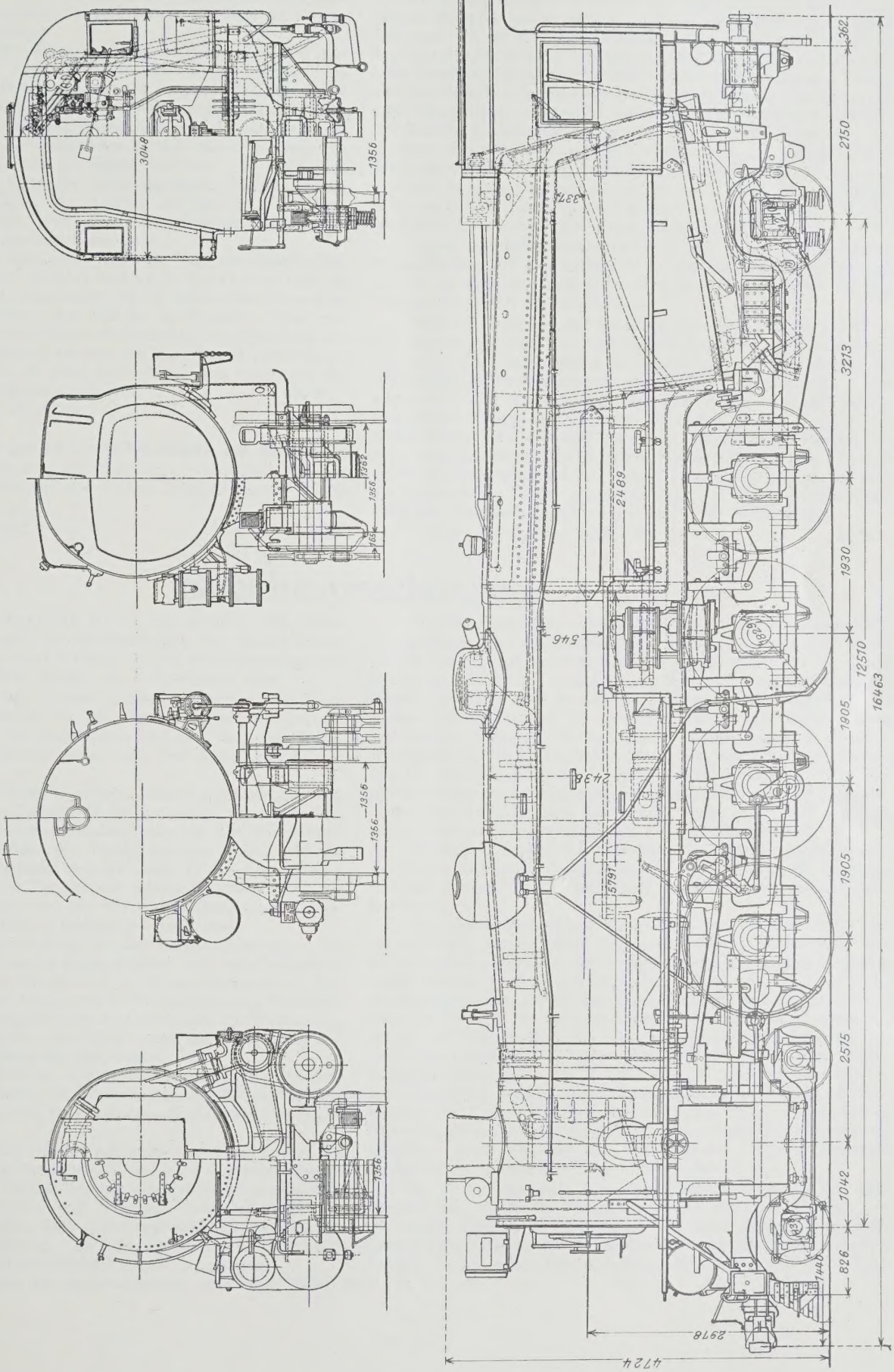


Majex-Kupplung mit Übergangs-Schraubenkupplung.

Kupplung auch auf solchen Bahnen zur Einführung zu bringen, bisher noch Schraubenkupplungen verwenden, ist eine Übergan vorrichtung geschaffen worden, die eine Verbindung mit di Kupplungen ermöglicht. Die feste Klaue der Kupplung ist im unt Teil abgeschnitten um Platz für eine vorläufige Schraubenkuppl zu schaffen, die seitlich der Kupplungsmitte im Kopfe der Kuppl aufgehängt ist, so dafs sie bei der Verbindung mit dem Zugha eines anderen Wagens die Majex-Kupplung etwas seitlich sch

Zum Bericht: 2 D 1-h 2 Personenzuglokomotive der Pennsylvania Bahn.

Maßstab 1:70.



nter dem restlichen oberen Klauenteil durchschlagen kann
tabbildung).
n dieser Form wird die Kupplung jetzt auf den wichtigsten
n in Indien eingeführt. Die Great Indian Peninsula Bahn
ie Bombay, Baroda and Central India Bahn haben
ihre elektrischen Triebwagenzüge für den Vorortverkehr damit
üstet. Der erste und letzte Wagen jedes Zuges besitzt die
angskupplung. Andere Bahnen haben mit dem Einbau in
ie Fahrzeuge begonnen.
Die Anbringung der Majex-Kupplung an vorhandenen Wagen
ert nur geringe Änderungen an den Wagen selbst. Am
träger wird ein Führungsstück aus Stahlguſs aufgesetzt und
dem muſs die Länge der Puffer etwas verringert werden. Bei
ndischen Bahnen hat man hierzu einfach einige der dort ver-
ten Gummiringe herausgenommen und damit zugleich das
spiel von 127 mm auf die Hälfte verkürzt. Es muſs noch
kt werden, daſs trotz der oben erwähnten Verschwächung
nen Kupplungs-Klaue, die übrigens nur bei den Übergangs-
ngen vorgenommen wird, diese allen Beanspruchungen des
bes noch vollauf gewachsen sein soll.
Übrigens gibt es noch einen anderen Weg, um dasselbe Ziel
reichen. Die Süd-Australische Staatsbahn legt die
anische Kupplung etwas tiefer als die vorhandene Schrauben-
ng und bringt diese oben auf ihr in Eingriff*). Man ver-
damit zwar die doch etwas unerwünschte Verschwächung der
kupplung; andererseits ist aber die Tieferlegung derselben an
orhandenen Wagen oft nicht ganz einfach und bringt auf alle
ein gewisses Mehrgewicht mit sich. R. D.
Engineering 1926, Nr. 3175.)

hsergebnisse mit der 2E1-h3v-Lokomotive von Baldwin).**
Die Versuchslokomotive von Baldwin, Nr. 60000, die mit
linderverbundanordnung und 24,5 at Kesselüberdruck gebaut

*) Organ 1926, S. 329.
**) Organ 1926, S. 412.

wurde, ist nunmehr auf dem Prüfstand in Altoona eingehend untersucht worden. Es hat sich dabei ergeben, daſs die Kurve des Dampfverbrauchs bei ihr flacher verläuft als bei sämtlichen bisher untersuchten Lokomotiven mit einfacher Dampfdehnung. Für alle Füllungen von 50 bis 80% im Hochdruckzylinder und 20 bis 50% in den Niederdruckzylindern und für alle Geschwindigkeiten von 80 bis 160 Umdrehungen in der Minute, entsprechend 24 bis 48 km/h, soll der Dampfverbrauch zwischen 6,5 und 6,9 kg/PSh gelegen haben und sogar bei 90 bzw. 70% Füllung soll er nicht mehr als 7,4 kg bei einer Geschwindigkeit von 24 km/h und nicht mehr als 7,6 kg bei einer Geschwindigkeit von 35 km/h betragen haben. Dagegen bewegt sich der Dampfverbrauch der amerikanischen Regel-Lokomotiven mit 14 at Dampfdruck zwischen 7,7 und 12 kg/PSh. Der Minderverbrauch der Baldwin-Lokomotive dürfte also wohl auf die Verbindung des erhöhten Kesseldruckes mit der Verbundwirkung zurückzuführen sein. Die gröſste Zugkraft von 32000 kg wurde bei einer Geschwindigkeit von 24 km/h, eine solche von 16000 kg bei einer Geschwindigkeit von 92 km/h erreicht. Bei Versuchsfahrten vor Zügen wurden aber noch höhere Zugkräfte bis zu 39000 kg erzielt.

Auch die Kohlenverbrauchskurve soll sehr flach verlaufen. Beispielsweise soll der Verbrauch in den Geschwindigkeitsgrenzen von 24 bis 40 km/h immer etwa 78 kg/km betragen haben bei Zugkräften von 20000 bis 18000 kg.

Nach Beendigung der Versuche auf dem Prüfstand ist die Lokomotive Nr. 60000 bei fünf verschiedenen Bahnen gefahren und hat dabei noch rund 30000 km zurückgelegt. Dabei wurden die Ergebnisse der Prüfstandsversuche bestätigt; die Zugkräfte waren sogar, wie oben erwähnt, teilweise noch höher. Auf der Pensylvania-Bahn betrug beispielsweise bei verschiedenen Fahrten mit einem 6200 t schweren Zug über eine 132 km lange Strecke mit 3‰ Steigung der Kohlenverbrauch 11,4 kg auf 1000 tkm. Ähnlich waren die Ergebnisse bei den andern Bahnen. Im ganzen soll sich die Ersparnis an Kohlen gegenüber einer gut durchgebildeten, neuzeitlichen Durchschnittslokomotive auf 10 bis 20% belaufen.

(Railw. Age 1927, 1. Halbj., Nr. 17.) R. D.

Buchbesprechungen.

nführung von Giese, O. Blum und Risch, 435 Seiten
184 Textabbildungen, der Handbibliothek für Bauingenieure,
usgegeben von Robert Otzen, II. Teil, Eisenbahnwesen und
ltebau, 2. Bd. Berlin, Verlag von J. Springer 1925.

Das Werk behandelt in dem gegebenen Rahmen der Handhek für Bauingenieure, die den Straſsenbau nicht einbezieht, ie Linienführung der Eisenbahnen und zwar im wesentlichen igen mit Dampfbetrieb, wenn auch der elektrische Betrieb erührt ist.

Die Verfasser stellen als eigentliche Aufgabe der Linienführung, rarbeiten oder des Trassierens das Aufsuchen eines Verkehrsan Stelle wie üblich einer einzelnen Linie hin. Die Wirklichkeit allerdings selten dazu die Vorbedingungen geben und die virtschaftlichen Nachteile werden dann in Kauf genommen n müssen, wie sie in Deutschland infolge Nichtbeachtung der istschen Vorschläge von 1833 für die Schaffung eines einheit-Eisenbahnnetzes nur zu fühlbar geworden sind.

Von diesem Standpunkt aus ist die Verkehrsgeographie und tlich die Eisenbahnverkehrsgeographie ein verhältnismäſsig r Raum eingeräumt, der den von O. Blum bearbeiteten I. Teil ches umfaſst. Nach Blum sind bei Festlegung eines Verkehrsnicht die Linien maſsgebend sondern die Punkte (die Siedlungen). elle des Punktbegriffes führt Blum den des Raumes ein und lle des Linienbegriffes den des Bandes.

Als die für den Verkehr wichtigsten geographischen Gebilde hnet er die flächenhaften, die linienhaften und die punkthaften e. Zu den ersten rechnet der Raum, dann die Lage zur Umgebung ie Höhenlage.

Unter die linienhaften Gebilde fallen die Küsten, die Flüsse, die szüge, die Täler, die Grenzen und die Linien der Bodenschätze. die punkthaften Gebilde werden die Siedlungen verstanden, Entwicklung, Werden und Vergehen behandelt wird; es en hier die Endpunkte, Halb- und Ganzstrahlenpunkte, Spitzenafspunkte zur Erörterung. Es wird der Weltverkehr gestreift uf Mitteleuropa und Deutschland näher eingegangen.

Der Gegenstand des zweiten Teiles des Werkes ist die eigentliche Linienführung (der Eisenbahnen) und die Bahnanlage. Der I., II. und der mit ihm eng zusammenhängende IX. Abschnitt ist von Prof. Risch bearbeitet. Hier wird zunächst der Begriff und die Einteilung der Bahnen erläutert und es werden die Vorschriften angeführt. In kurzer Fassung werden die Verkehrsgebiete, die Gröſse des zu erwartenden Verkehrs, die Einnahmen und die Ausgaben, die Bauwürdigkeit, die Wahl der Bahngattung und die Spurweite erörtert. Der IX. Abschnitt umfaſst die Bau- und Betriebskosten. Für Vergleichsrechnungen zwischen verschiedenen Linien werden die Zugkraftskosten für 1 t Rohlast und die virtuelle Länge einer Linie zugrunde gelegt; die Rechnung wird für ein Beispiel durchgeführt.

Weiterhin werden die Einnahmen und der Ertrag behandelt. An Stelle des Betriebskoeffizienten wird die Rente als wichtiger Maſsstab für die Wirtschaftlichkeit eines Eisenbahnunternehmens bezeichnet.

Die betriebstechnischen Grundlagen und die Grundsätze der Linienführung einschlieſslich der bautechnischen Vorschriften und der Schutzanlagen, wie die Berührung der Bahn mit anderen Verkehrswegen sind von Prof. Giese im III. bis VIII. Abschnitt klar und vollständig bearbeitet. Auf die Ausführung über die sog. zweckmäſsigste Steigung hätte u. E. verzichtet werden können. Im V. Abschnitt ist bei der Umgrenzung des lichten Raumes noch nicht auf die Änderungen nach dem V. Nachtrag von 1924 der Technischen Vereinbarungen hingewiesen, die in Zukunft u. W. auch bei der Reichsbahn eingeführt werden sollen. Auch ist die Erweiterung und Überhöhung des lichten Raumes mit Rücksicht auf den elektrischen Betrieb zeichnerisch nicht dargestellt. Die Art der Überwindung von Talstufen unter Abgehen von der mittleren Steigung erscheint betrieblich im allgemeinen doch nicht empfehlenswert.

Im X. XI. Abschnitt wird gleichfalls von Giese die Ausführung der technischen Vorarbeiten und der Geschäftsgang bei Herstellung einer Bahn dargestellt. Von einer Aufnahme der feldmesserischen Arbeiten wie im Handbuch der Ingenieurwissenschaften (Leipzig, Engelmann 1904, 4. Auflage) ebenso wie auf die Darstellung

der Erdmassenberechnung und Verteilung ist hier abgesehen. Die Änderungen, die sich beim Geschäftsgang durch die Verreichlichung bzw. die Vergesellschaftung der Reichsbahn ergeben haben, sind noch nicht überall berücksichtigt. Bei der Abfassung eines Werkes durch verschiedene Verfasser ergeben sich immer gewisse Schwierigkeiten, die im wesentlichen hier nicht stören.

Das vorzüglich ausgestattete, auf dem neuesten Stand der Erfahrung und Forschung stehendes Werk darf innerhalb der von dem Herausgeber und den Verfassern selbst gesteckten Grenzen der Behandlung für Studium und Ausführung aufs wärmste empfohlen werden. Wegele.

Der Bau langer tiefliegender Gebirgstunnel von C. Andreae, Prof. a. d. Eidgenössischen Hochschule in Zürich. 151 Seiten mit 83 Textabbildungen, Berlin, Julius Springer 1926.

Der Weltkrieg hat auch auf dem behandelten Gebiete eine Unterbrechung der Bautätigkeit zur Folge gehabt. Die Ausführung des Simplon-, Lötschbergs- und Hauensteintunnels in der Schweiz und ähnlich die der grofsen Tunnels der Tauernbahn in Österreich hatten in den Jahren 1905 bis 1914 eine bemerkenswerte Zahl von wissenschaftlichen Untersuchungen und Bauberichten zutage gefördert*), auf Grund deren die Handbücher des Tunnelbaues von Dolezalek und Lucas und die Arbeiten von Brandau, Imhof und Mackensen im Handbuch der Ingenieurwissenschaften entstanden. Die Maschinenindustrie hat in der Herstellung von Bohrmaschinen und Kompressoren und auch von Sprengstoffen erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Da ist der Gedanke des Verfassers vorliegender Schrift zeitgemäfs, den Stand der Erkenntnisse und die Wege der Forschung zu beleuchten, und der Verfasser, der selbst am Simplontunnel bei der Herstellung des Tunnels II in leitender Stellung tätig war, erscheint hierzu besonders berufen.

Die mechanische Bohrung mittels Druckluft namentlich in ihrer Anwendung erweitert durch die Verwendung der leicht beweglichen Bohrhämmer wird in der Anordnung besprochen, die neueren Maschinen, ihrer Leistung und ihr Luftbedarf, sowie der Sprengstoffbedarf werden erörtert. Die Förderung findet eine eingehende Behandlung.

*) Vergl. Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongrefsverbandes 1911, S. 655.

Beachtenswert ist die Betonung bei Besprechung der geologis Verhältnisse der Aufgaben des Ingenieurs und andererseits Geologen, auf dessen Mitwirkung nicht verzichtet werden Gebirgsdruck und Wärme, Lüftung und Kühlung werden beso eingehend behandelt; hiervon hängt ja auch die Bauweise ab, wie die Zweistollenbauweise von der Möglichkeit einer hinreiche Lüftung veranlafst wurde, wobei allerdings noch eine Reihe an Vorteile hinsichtlich Wasserhaltung und Förderung usw. gewo wurden.

Die Hinweise auf die beiden empfehlenswerten Bauw die österreichische und die belgische, sind besonders wertvoll. ersteren wird an Stelle der oft schematisch angewendeten ringförm Herstellung eine fortlaufende Bauweise empfohlen. Die Hauptau ist rasch zum fertigen Tunnel zu kommen, um die Ausbildun Gebirgsdruckes zu verhindern. Die Sattanmauerung, wo nöti Entwässerungsschlitzen, wird als Regel empfohlen. Im üb sind die Ausführungen über die Organisation besonders beachtens wie auch die Kostenangaben als Unterlagen für überschl Schätzungen von Wert sind. Die Schrift stellt eine willkom und wertvolle Ergänzung der Tunnelbauhandbücher dar und wi ihrem Teil sicherlich dazu beitragen, dafs bei künftiger Ausfül langer tiefliegender Tunnels die Wiederholung bereits früher gema Fehler vermieden wird. Dafür mufs man dem Verfasser da sein. Wege

Elektrische Bahnen. Von Dr. Ing. A. Schwaiger, o. Pro der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule München. 45 Abbildungen. 116 Seiten. Sammlung Göschen. Bd. 958. W de Gruyter & Co., Berlin W 10 und Leipzig. 1927. Prei Leinen geb. RM. 1,50.

In dem Bändchen Nr. 958 „Elektrische Bahnen“ der Sam Göschen ist der augenblickliche Stand der Elektrisierung von bahnen dargestellt. Die deutschen elektrischen Vollbahnen eingehend beschrieben und an Hand von Skizzen die Linienfüh die Stromversorgung und die Kraftquellen näher erläutert. sind die Gesichtspunkte für den Bau der elektrischen Lokom und die Frage der Wirtschaftlichkeit behandelt. Die ganze stellung ist so gewählt, dafs auch der Nichtfachmann sich die Elektrisierung der Vollbahnen an Hand des Bändchens tieren kann.

Zuschrift an die Schriftleitung.

In dem, im Heft Nr. 9, 1927 des Organs abgedruckten Aufsatz: „Aus der Geschichte des amerikanischen Lokomotivbaues“, schreibt auf Seite 172, zweite Spalte, Herr Geh. Regierungsrat Wernekke, bei Besprechung der in Amerika für einzelne Lokomotivbauarten üblichen Eigennamen Folgendes:

„.....schwerer ist zu ergründen, warum eine amerikanische Maschine Adriatic (1C2) oder Baltic (2C2) heifst.“

Hierzu sei mir gestattet zu bemerken, dafs die Namen „Adriatic“, „Baltic“ und auch „Javanic“ (1F1) nicht amerikanischen, sondern europäischen Ursprungs sind, wo nach amerikanischem Muster, für zuerst in Europa entstandene Lokomotivbauarten diese Namen geprägt wurden.

Die für die österreichische, von Gölsdorf geschaffene 1C2-Schnellzuglokomotivbauart jetzt übliche Bezeichnung „Adriatic“, stammt jedoch keineswegs aus Österreich, sondern aus England. In einem mit prächtigen, farbigen Lokomotivbildern ausgestatteten Buch*) „Lokomotives of the World“, schlägt Rev. J. R. Howden erstmalig die Bezeichnung „Adriatic“ für die 1C2-Bauart vor. Er sagt darüber, bei Beschreibung der österreichischen 1C2-Schne lokomotive, Reihe 210, auf Seite 73, Nachstehendes:

„The arrangement of driving wheels is peculiar to this of engine. We may represent it of course by the formula 2– It is thus, virtually a „Pacific“ turned wrong way about. I a aware whether any one has suggested a designation for the Perhaps, considering that the Line upon which the engine touches Trieste, we might venture to call them „Adriatic“. –

Diese Bezeichnung ist eigentlich nicht richtig gewählt, da Lokomotiven der Bauart 1C2 (Reihe 210 und 310) nie an die des Adriatischen Meeres kam. Trotzdem hat sich die Bezeic „Adriatic“ eingebürgert.

Die Bezeichnung „Baltic“ wurde für eine 2C2-Lokomoti französischen Nordbahn, ferner „Javanic“ für eine von der „ mag“ nach Java gelieferte 1F1-Lokomotive gewählt. J. Rihos

*) Erschienen 1910, London, bei Henry Frowde Hodde Stonghton.

Berichtigung.

In dem Bericht „Die deutsche Werkstofftagung und ihre Bedeutung für das Eisenbahnwesen“ (Heft 11 vom 15. Juni 1927) ist angegeben, dafs die diesjährige Werkstofftagung die drei grofsen Gebiete: „Metalle, Nichtmetalle und Isolierstoffe der Eloktrot zeigt.“ Es mufs statt dessen heifsen: „Stahl und Eisen, N eisenmetalle und Isolierstoffe der Elektrotechni

Der Buchbesprechung „Oberbau und Gleisverbindungen“ in Heft Nr. 10 vom 30. Mai tragen wir ergänzend nach, da Bäseler-Weichen sowohl von der Maschinenfabrik Jos. Vögele A.-G. in Mannheim, wie von der Vereinigten Stahlwerken Dortmunder Union, Dortmund, geliefert werden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
iftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
ahrgang 30. September 1927 Heft 18

Richard von Helmholtz

unserer hervorragendsten deutschen Eisenbahntechniker okomotiv-Konstrukteure, feierte am 28. September 1927 75. Geburtstag.

edem fachtechnischen Leser des »Organs« ist sein Name ertraut; ein Rückblick auf seinen Lebensgang und seine ngen als Konstrukteur dürfte daher allgemeinerem Interesse nen.

eboren am 28. September 1852 zu Königsberg in Preufsen hn des später zu grofser Berühmtheit gelangten Professors hysik Hermann von Helmholtz verlebte der junge rd seine Kinderjahre in Bonn. ohnung seiner Eltern befand sich mittelbarer Nähe der Rheinischen ahn, die eine ihrer Hauptlinien —Remagen, später verlängert bis nz—Bingerbrück, soeben eröffnet Mächtig fühlte sich der Knabe n sich damals langsam entfaltenden ahnwesen hingezogen, fällt doch ne Zeit in Deutschland die Ein- ng ausgesprochener Schnellzüge, e seit 1849 gefahren wurden [1])*). 858 wurde der Vater an die rsität Heidelberg berufen; das de Jahr brachte einen schweren st, der siebenjährige Knabe verlor Mutter. Seine erste Schulbildung t er in privatem Unterricht, dann humanistischen Gymnasium zu lberg, das er bis zur heutigen lasse besuchte. Seiner ausge- enen Neigung zur Mathematik echnik wurde dadurch Rechnung gen, dafs er — sechzehnjährig n die damals mit Schulzwang bene mathematische Vorschule tuttgarter Polytechnikums über- n durfte, welche in vier Semestern eine gehörige Vor- g für technische Studien vermittelte. Bei Ausbruch des h-französischen Krieges trat der junge Helmholtz als freiwilliger bei dem in Karlsruhe liegenden badischen tillerieregiment ein und machte den unter General ers Leitung gegen Bourbaki durchgeführten Winterfeldzug anonier mit. Im März 1871 kehrte er — glücklicher nur leicht verwundet gewesen — mit der Truppe in eimat zurück, vervollkommnete seine mathematische Vor- ng und arbeitete u. a. in der altberühmten Borsigschen otivfabrik in Berlin am Oranienburger Tor. Im Oktober siedelte er an die mit grofsen Mitteln neu errichtete ische Hochschule München über und studierte bis zum er 1876 Maschinenbau unter Bauschinger, von Linde, wig und Hoyer. Während der Ferien arbeitete er näfsig als Praktikant in den beiden Werken der Loko- fabrik Krauss in München, zuerst in der im Jahre 1872

errichteten Filialwerkstätte am Südbahnhof, welche unter Karl Finckhs Leitung als erste ihrer Art ausschliefslich der Erbauung von Kleinlokomotiven diente. Nach Beendigung des Hochschulsstudiums trat er als Arbeiter in diese Fabrik ein, konnte aber nach etwa $^3/_4$ Jahren auf eine zufällig im Konstruktionsbüro frei werdende Ingenieurstelle übertreten. Rasch arbeitete sich Helmholtz voran und zeigte solche Begabung und derartiges Können, dafs er nach $3^1/_2$jähriger Tätigkeit — 29jährig — als Leiter des Konstruktionsbüros in das Stammwerk der Kraufsschen Fabrik am Marsfeld berufen wurde. Von 1881 bis zu seinem Eintritt in den Ruhestand am 1. Januar 1918 ist von Helmholtz diesem Werk, das von 1872 bis 1917 unter Anton Hurlers trefflicher Leitung stand, treu geblieben, fast 40 Jahre leitete er die Lokomotivkonstruktion, vielfach neue erfolgreiche Wege beschreitend.

Von seinen technischen Leistungen seien — in zeitlicher Folge geordnet — nachstehende genannt:

1884 Die Schaffung einer kinematischen Abart der Walschaerts-Heusinger-Steuerung, gekennzeichnet durch eine werkstättentechnisch einfachere, gerade Kulisse [2]). Diese Steuerungsbauart, welche bemerkenswerterweise keine höhere Zahl von Gelenken und Prismenführungen enthält, als die gewöhnliche Heusinger-Steuerung, wurde erstmals bei einer D-Berg-Tenderlokomotive ausgeführt, mit welcher sich die Kraufssche Lokomitivfabrik an der Arlberg-Konkurrenz von 1884 beteiligte. Die Helmholtz-Kulisse ist seither an mehreren tausend Lokomotiven zur Anwendung gekommen.

1885 Die innerhalb eines festen Radstandes angeordnete, seitliche frei verschiebbare Kuppelachse, erstmals ausgeführt an einer C-Tenderlokomotive für die Eisenbahn der Carrara-Marmorbrüche [3]), in der ausgesprochenen Absicht, den Seitenschub der Mittelachse unmittelbar an die Schiene statt — wie bisher an den Rahmen — abzugeben und hiermit die Abnutzungsverhältnisse an den Spurkränzen der anderen Achsen und am Geleise zu verbessern. Die Betriebserfahrungen mit dieser und ähnlichen Lokomotiven führten zur Erkenntnis der Zweckmäfsigkeit der Verteilung des Führungsdruckes auf mehrere Spurkränze und damit zu einer der wichtigsten fahrzeugtechnischen Erkenntnisse der Neuzeit.

1885 erfolgte die bauliche Durchbildung der von Adolf Klose entworfenen Kurvenlokomotive [1]) mit radial einstellbaren Kuppelachsen. Helmholtz erkannte die Notwendigkeit der Einbeziehung des Differentialkopfes in die Zwangläufigkeit des Triebwerks und bestand auf Hinzufügung eines diesem Zwecke dienenden, bis dahin noch nicht vorgesehenen Mechanismus. Die für die Bosnabahn mit 25 m kleinstem Krümmungshalb-

*) Die Ziffern beziehen sich auf die auf Seite 349 des Heftes igte Literaturzusammenstellung.

messer auf freier Strecke gelieferte C 1 Probelokomotive entsprach trotz der Vielteiligkeit ihres Triebwerkes derart, daſs dieses System bei der genannten Bahn zur Alleinherrschaft gelangte und dort etwa 25 Jahre lang bis zur Beseitigung der schärfsten Krümmungen durch Verlegung der Trasse beibehalten wurde. Auch auf der Württembergischen Staatsbahn gelangte diese Triebwerksbauart unter Klose zu beträchtlicher Verbreitung[5]).

1888 veröffentlichte Helmholtz in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure[6]) eine Abhandlung, welche ihn rasch in weiten Kreisen bekannt machte: »Die Ursachen der Abnützung von Spurkränzen und Schienen in Bahnkrümmungen und die konstruktiven Mittel zu deren Verminderung.«

Er unterzog hierin die verschiedenen bisher erdachten Krümmungsbeweglichkeitsmittel einer kritischen Betrachtung und stellte — wenn auch zunächst nur in angenäherter Erkenntnis der heute mathematisch festgelegten Wahrheiten — feste Grundsätze für die Erbauung krümmungsschmiegsamer Eisenbahnfahrzeuge auf. Die Arbeit lenkte die Aufmerksamkeit vieler auf ein bisher zwar beachtetes, aber noch wenig geklärtes Gebiet; sie veranlaſste den tatkräftigen Leiter der Kraufsschen Filialfabrik in Linz/Donau, Matthias Fasbender, zur Anfertigung eines Modells, welches in der weiteren Entwicklung der Fahrzeugtechnik eine wichtige Rolle gespielt hat. Mit dessen Hilfe wurde nämlich Karl Gölsdorf, der zunächst eine ablehnende Haltung eingenommen hatte, von der Richtigkeit der Helmholtzschen Ausführungen durch den Augenschein überzeugt. Hierdurch wurde der gewaltige Aufschwung des österreichischen Lokomotivbaues ausgelöst, den Gölsdorf mit der Schaffung seiner berühmten, fahrzeugtechnisch nach Helmholtzschen Grundsätzen angeordneten 1 D Arlberg-Schnellzuglokomotive vom Jahr 1897[7]) einleitete.

1888 kam die erste Lokomotive mit einem aus einer radial verdrehbaren Laufachse und einer parallel verschiebbaren Kuppelachse »kombinierten Kraufsschen Drehgestell« zur Ausführung, die C 1 Berg-Tenderlokomotive Gattung D VIII der ehemalig Bayerischen Staatsbahn[8]). Die neue Drehgestellbauart erwies sich vom Standpunkt der Sicherheit und Güte der Führung und unter dem Gesichtspunkt verminderter Spurkranzabnützung als voller Erfolg; tausende von Lokomotiven sind seither mit Helmholtz-Drehgestell entweder der ursprünglichen Bauform 1888 oder einer seiner zahlreichen Abarten versehen, viele Achsanordnungen von Dampf- und Elektrolokomotiven für alle Geschwindigkeitsbereiche sind entwickelt worden.

Die Ende der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts gehören der Mitarbeit an der Einführung und Verbesserung der von Mallet erdachten Zweizylinder-Verbundlokomotive. Die Bayerische Staatsbahn hatte sich für die Lindnersche Anfahrvorrichtung (sogenannte alte Bauart von 1888 mit Kreuzhahn und Entlastungskanal im Hochdruckschieber) entschieden. Helmholtz verbesserte den Anfahrvorgang in erfolgreicher Weise dadurch, daſs er der genannten Anfahrvorrichtung einen Unterbrechungsschieber hinzufügte, der die Überströmung auf die Niederdruckseite in den kritischen Kurbelstellungen aufhebt.

1896 entstand anläſslich der zweiten bayerischen Landesausstellung zu Nürnberg die Lokomotive mit Hilfstriebwerk, mit sogenannter Vorspannachse, womit ein heute noch aktuelles Problem, die Vergröſserung der Reibungszugkraft während des Anfahrungsvorgangs, erstmals technisch einwandfrei gelöst wurde. Die erste Lokomotive, bei welcher dieser Gedanke praktisch brauchbar verwirklicht wurde, war die bekannte 2(A)A1 Verbund-Schnellzuglokomotive der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn[9]). Sie blieb in dieser Form von 1896 bis 1907, wo sie Opfer eines Eisenbahnunfalles wurde, im Betrieb; der Doppelzweck der Konstruktion: Erhöhung der Anfahrzugkraft und Verminderung des Brennstoffverbrauchs bei geringeren Zugkr und höheren Geschwindigkeiten wurde erreicht. Im Jahre folgte anläſslich der Pariser Weltausstellung eine 1(A) Innenzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive sehr beträchtl Abmessungen, welche von der ehemaligen Pfalzbahn nommen wurde[10]). Das von Helmholtz angeschni Problem ist im letzten Jahrzehnt mehrfach wieder aufg worden, vor allem in Amerika und England, wo Lokomo mit Booster, d. h. mit einer oder mehreren Hilfstreiba unter Einbau einer schnellaufenden Hilfsmaschine ausge wurden.

1898 schuf Helmholtz die erste Lokomotive mit die Spurweite verbreiterter, dabei tiefer Feuerbüchse, di kannte 2 B 1 Innenzylinder Sz-Lokomotive der ehema bayerischen Pfalzbahn[12]), welche als erste im Gebiet des Ve Deutscher Eisenbahnverwaltungen mit ihrer Leistung 100 überschritt und die um die Jahrhundertwende einsetzende s Entwicklung des deutschen Sz-Lokomotivbaues einleitete.

1904 entstand auf Grund besonderer Geschwindigk anforderungen an meterspurige Personenzuglokomotiven Abart des Engerthschen Stütztenders[13]), welche den ba unbequemen, vor der Feuerbüchse gelegenen Engerth Drehzapfen kinematisch ersetzte. Derartige Stütztenderlok tiven fanden in Spanien eine bemerkenswerte Verbreitung

1909 griff von Helmholtz auf die von Caill angegebene, elastisch verschiebbar gelagerte Endkuppel zurück und zwar an der seinerzeit mit möglichst ger Geldmitteln zu erbauenden 1 B Heifsdampf-Tenderlokom der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn »für leichte Z (Gattung Pt 2/3)[15]). Diese Kuppelachslagerung hat sich Höchstgeschwindigkeiten bis etwa 70 km/Std. als zweckm erwiesen.

Das letzte Jahrzehnt seiner Tätigkeit gehört vorwie der Entwicklung neuer Achsanordnungen, insbesondere sch Schmalspurlokomotiven, unter diesen einer D-Tenderlokom bei welcher alle Achsen einschlieſslich der Treibachse entv verschiebbar oder verdrehbar sind[16]). Weiter sei eine Schmalspur-Tenderlokomotive mit vorderem Helmholtz- hinterem Beugniot-Drehgestell erwähnt[17]). Als letzte Voll lokomotive schuf Helmholtz die 1 C 2 Personenzug-Te lokomotive der ehemaligen Bayerischen Pfalz- und Staatsbah welche das Prinzip, eine Lokomotive in beiden Fahrtrichtu bestens, d. h. durch Drehgestelle zu führen und sie hi stark krümmungsschmiegsam zu machen, treffend verkö

Seit 1918 lebt von Helmholtz im Ruhestand, vorwie lokomotiv-geschichtlichen Studien — vor allem des deut Eisenbahnwesens — sich widmend.

An Ehrungen wurden dem geschätzten Konstrukteur z sein Drehgestell wurde im Jahre 1896 vom Verein Deut Eisenbahnverwaltungen preisgekrönt, die Technische Hochs Danzig verlieh ihm im Jahre 1913 die Würde eines Do Ingenieurs ehrenhalber.

Der deutsche Lokomotivbau und die deutschen techni Hochschulen wissen die Bedeutung dieses Ingenieurs wol würdigen: zahlreiche Dampf- und elektrische Lokomotiven nach Helmholtzschen Grundsätzen, von denen die Verte des Führungsdruckes auf mehrere Spurkränze an erster steht, mit Erfolg erbaut, die fahrzeugtechnischen Gesichtspu nach denen Lokomotiven zu entwerfen sind, werden an deutschen technischen Hochschulen gelehrt.

Möge dem verdienstvollen Förderer des deutschen motivbaues, dessen liebenswürdiges und bescheidenes V allen, die je mit ihm in Berührung gekommen sind, u gefslich ist, ein gesegnetes Alter beschieden sein!

München, 8. September 1927. Georg Lott

Die Spurkranzreibung.

Von Dr. Ing. **Bäseler**, München.

n Dr. Ing. e. h. Richard von Helmholtz, einem der Pioniere der Wissenschaft vom Spurkranz, zugeeignet.

Vorwort.

In meinen im Jahre 1903 erschienenen Untersuchungen über die Bewegung von Lokomotiven mit Drehgestellen in krümmungen, wurde von mir die Behandlung des Bogenlaufs der Eisenbahnfahrzeuge, die bis dahin auf der für einfache nordnungen ja angenähert zutreffenden, dem Gefühl und der Erfahrung entsprechenden Annahme der Radialstellung der en Fahrzeugachse beruhte, auf eine strenge mathematische Grundlage gestellt. Dabei wurde jedoch für die führenden die vereinfachende Annahme der Einpunktberührung gemacht, wodurch die Berechnung des Krümmungswiderstandes über den tatsächlichen Verhältnissen, nach denen Führung und Unterstützung im allgemeinen in zwei getrennten Punkten t, etwas zu niedrig ausfiel.

Dr. Bäseler hat in der vorliegenden Untersuchung die Bewegungs- und Kraftverhältnisse an einem normal hrten Radsatz nach den Grundanschauungen der Mechanik in strenger mathematischer Beweisführung behandelt und ch das schwierige Problem für die Erkenntnis aufgehellt. Im Anschluſs daran berechnet er mit Hilfe der Gleichgewichtsungen auf dem Wege über einfachere Fälle den Führungsdruck und Gesamtkrümmungswiderstand eines zweiachsigen ahnfahrzeugs mit normalen Radsätzen und normalem Achsstand mit dem Ziel, den Unterschied bei strenger Führung und urerweiterung festzustellen.

Führt das an einem Einzelfall ermittelte Maſs dieses Unterschiedes auch nicht zu der zwingenden Forderung die Spurerung zu beseitigen, so zeigt die theoretische Untersuchung doch, daſs vom Standpunkt des Führungsdruckes und des nungswiderstandes eine Verringerung der Spurerweiterung in fördernder Richtung liegt. Dr. Ing. H. Uebelacker.

Die Erfahrung, daſs sich in einem Gleisbogen Schiene und ranz abnützen, ist so alt wie die Eisenbahn. Trotzdem es bisher noch keine genaue Darstellung der Kräfteungen, die dieser Erscheinung zugrunde liegen — was lich verwunderlich erscheint; hängt doch von der Lösung roblems eine Frage von gröſster Bedeutung ab, nämlich b und wie es einzurichten sei, daſs ein Spurfahrzeug s beliebig scharfe Krümmungen befährt.

Die Erkenntnis, daſs man sich bisher in dieser Beziehung ns sehr wenig zutreffenden Anschauungen hingegeben hat, zwischen ziemlich allgemein geworden*). Ein wesentGrund für diese war, auſser der Schwierigkeit der Aufdie Tatsache, daſs es sich um ein Grenzgebiet zwischen inenbau und Gleisbau handelt. Lomonossoff**) hat ier groſs angelegten Darstellung des Werdeganges der notive gezeigt, wie stark schon bei den senkrechten ücken der Grenzcharakter die richtige Erkenntnis hintalten hat; das gilt noch viel mehr von den wagrechten ücken, obwohl sie, zum Teil wenigstens, leichter zu sind als jene. Wie aus Lomonossoffs Darstellung ehen ist, sind an der Lösung jener Fragen Männer be-, die in der Geschichte der Mechanik einen Namen haben, e St. Venant und Timoschenko; es erscheint fast nderlich, daſs die Ermittlung der horizontalen Kräfte aussteht.

mmerhin ist die Aufgabe schwer genug, obwohl sie, wie hen werden, statisch bestimmt ist. Aber die allgemeine che Bewegung eines starren Körpers gehört schon rein atisch zu den schwierigsten Kapiteln der Mechanik. Es ht möglich, daſs jeder Eisenbahner diese Dinge kennt, veige denn beherrscht; wohl aber muſs verlangt werden, iejenigen sie sich in der Hauptsache zu eigen machen, it der Konstruktion von Fahrzeugen und Gleis zu tun

Die nachfolgende Darstellung ist nach Möglichkeit so , daſs auch derjenige eine Anschauung gewinnen kann, e mathematischen Ableitungen übergeht.

An Versuchen, der Spurkranzreibung beizukommen, hat es nicht gefehlt; aber mir ist nur ein ernsthafter, von richtigen Grundlagen ausgehender Angriff auf das Problem bekannt geworden; das ist der von Haug*). Wie weit er wirklich zum Ziele geführt hat, sei hier dahingestellt; jedenfalls ist es nicht ganz leicht, aus seinen Darlegungen ein gutes Bild zu gewinnen.

Das liegt zum Teil an einer eigentümlichen Schwierigkeit der Aufgabe. Die Kräfte, um deren Ermittlung es sich handelt, sind klein, treten aber zusammen mit anderen auf, die von der ersten Ordnung groſs sind. Da man nun gewisse Vernachlässigungen nicht ganz vermeiden kann, ist es einigermaſsen schwer, sich klar zu werden, ob nicht die zu bestimmenden Kräfte dadurch beeinfluſst werden. Wir wollen hier gleich eine Gruppe von Kräften erwähnen, die von vornherein ausgeschieden werden, das sind die vermehrten Widerstände in den Achslagern. Wir werden sehen, daſs bei der Kurvenbewegung in den Achslagern sowohl achsiale wie radiale zusätzliche Kräfte übertragen werden, die von der Gröſsenordnung der Raddrücke sind. Infolgedessen tritt eine Vergröſserung des Widerstandes in den Achslagern ein, die von der Ordnung der Kurvenreibung ist. Die Kräfte sind nicht schwer zu berechnen, bleiben aber hier auſser Ansatz; die Lager gelten als reibungslos.

An den Ausgangspunkt stellen wir die rein kinematische Frage, welche Bewegungen ein Radsatz in einer Gleiskrümmung überhaupt machen kann, und durch welche Angaben seine Gesamtbewegung genügend und möglichst einfach bestimmt ist. Wenn in Abb. 1 das Viereck A_1, A'_1, A_5, A'_5 irgend ein Fahrzeug bedeutet, so kann man von dem Kreismittelpunkt auf die Fahrzeuglängsachse das Lot fällen. Es trifft diese in dem Punkte M, der von Uebelacker als Reibungsmittelpunkt bezeichnet worden ist. Wenn man von ihm die Strahlen nach den Radlauflagerpunkten zieht, so geben die darauf Senkrechten unter gewissen Voraussetzungen die Gleitwege der Räder an.

*) S. „Spurerweiterung oder nicht?“ Z. d V. D. E. V. 1926, bis 10, 12 bis 13 und die „einfache Eisenbahn“. Z. d. V. D. 1927, Nr 27 bis 29.

**) Organ 1926, Nr. 17 und 18: „Der hundertjährige Werdeder Lokomotive“.

*) Organ 1913, Nr. 20. Nach Fertigstellung des Aufsatzes erschien die Arbeit von Prof. Jahn (Z. d. V. D E. V. 1927, Nr. 16). Er stimmt den früheren Darlegungen des Verfassers, wonach der Krümmungswiderstand bei Verengung der Spur heruntergeht, in allem Wesentlichen zu und es darf deshalb seine Arbeit als bedeutsamer Fortschritt der Frage begrüſst werden. Zu den Rechnungsergebnissen wird noch im einzelnen Stellung genommen werden.

Wir nehmen die Stellung des Fahrzeugs und damit den Punk M als bekannt an. Häufig trifft das bei Stellung einer bestimmten Aufgabe wirklich zu, wenn nämlich die Führung des Fahrzeugs sowohl an der Innen- als an der Aufsenschiene erfolgt; die Stellung des Fahrzeugs ist dann geometrisch bestimmt. Wenn das Fahrzeug nur an der Aufsenschiene führt, ist die Stellung statisch bestimmt; man kann dann M zunächst angenähert nach Heumann oder Uebelacker — also unter Voraussetzung der Druckrollenführung — ermitteln, oder man sucht unmittelbar das wirkliche M, indem man die zwanglose Führung als einen Grenzfall betrachtet, der bei Vergröfserung der Spur einmal eintritt.

Für eine einzelne Achse darf also als bekannt gelten, dafs sie in einem Rahmen geführt ist, der ihre Bewegung bestimmt, aufser der Gröfse der Drehung in den Achslagern, die noch beliebig ist. Die Bewegung des Rahmens selbst ist bekannt; es ist eine gleichförmige Drehung um den Mittelpunkt 0.

Wenn eine Achse genau in den Radius O M fällt, so sagen wir: sie stehe radial. Die meisten Achsen stehen nicht radial. Es ist eine oft gestellte Frage, ob eine Achse die Gleitungen parallel zur Längsachse des Fahrzeugs mehr auf der Aufsen- oder der Innenschiene vollziehe, ob das Aufsenrad mehr nach vorn oder das Innenrad mehr nach hinten rutsche. Für eine radial stehende Achse läfst sich diese Frage nicht

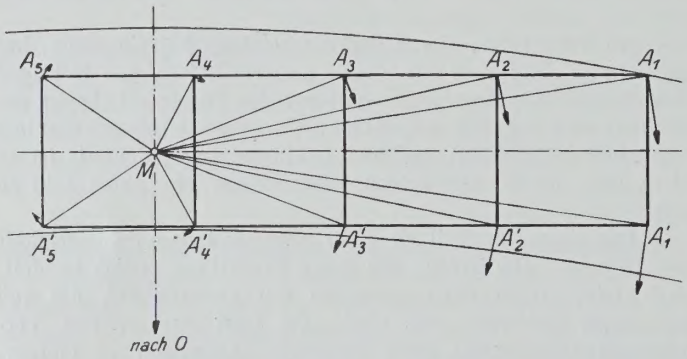


Abb. 1. Reibungsmittelpunkt.

immer beantworten. Ihr wird vom Rahmen aufser der Rollbewegung, die sie vollführt, eine Drehung um eine lotrechte Achse aufgezwungen. Dadurch entstehen Reibungskräfte in Richtung der Radebenen. Am Aufsenrad wirkt die Kraft Qf nach hinten, am Innenrad nach vorn. Sind Q und f auf beiden Seiten genau gleich, so ist die Achse bezüglich der Drehung in einem labilen Zustand; ein kleines Übergewicht auf einer Seite gibt den Ausschlag, auf welchem Rade das Rollen stattfindet. Bei nicht radial stehenden Achsen ist die Aufgabe hingegen bestimmt, weil die Quergleitung hinzutritt, und die Längskräfte und -Wege von dieser nicht abhängig sind.

Zur Vereinfachung nehmen wir die Räder gleich grofs an, vernachlässigen also die Kegelform der Radreifen. Dafs diese die Verhältnisse im ganzen nur unwesentlich ändert, ist früher bewiesen worden*). Man wird freilich bemerken, dafs bei der folgenden Untersuchung Kräfte berücksichtigt sind, die weit unter denen liegen, die die Kegelform bewirken würde, aber man wird zugleich die Berechtigung dieses Verfahrens erkennen; man mufs daselbst, um die richtige Einsicht in die Vorgänge zu gewinnen, einen einmal gemachten Ansatz scharf durchrechnen, auch wenn der Ansatz selbst nicht so scharf ist. Ein Radsatz besteht also bei unserer Rechnung aus zwei gleichen Scheiben (den Laufkreisen); sie sollen 1 m Durchmesser (r = 0,5 m) und einen Abstand von 1,5 m (= s) haben.

*) „Spurerweiterung oder nicht?" Z. d. V. D. E. V. 1926, Nr. 8 bis 10, 12, 13, Seite 197.

Radial stehende Achse.

Wir wollen nun überlegen, wie man für eine radial steh Achse die Gesamtbewegung am einfachsten angeben kann. hauptsächlichste und alles andere weit überdeckende Bewe ist im allgemeinen das Rollen. Es erfolgt um eine Achse durch die Auflagerpunkte der Räder geht und nach dem M mittelpunkt gerichtet ist. Wir wollen diese Gerade, vo wir öfters Gebrauch machen müssen, als Grundlinie Achse bezeichnen. Beim reinen Rollen bleibt diese Ge als Momentanachse, für eine unendlich kleine Bewegun Ruhe, sie hebt sich nur etwas von den Schienen ab, abe einen Betrag, der von der zweiten Ordnung klein ist.

Die Achse macht noch eine zweite Drehbewegung, lich um eine vertikale Achse. Auf die Bestimmung ihre und Lage kommt es vor allem an. Wenn wir annehmen, wie es ja eintreten kann, das Aufsenrad um ebensoviel vorn gleitet, wie das Innenrad nach hinten, so wird ein vom Raddurchmesser (1 m), den man sich in Achsmitte gebracht denkt, gerade ein reines Rollen ausführen, und auf einem Kreis vom Halbmesser R, der in Gleismitte (Abb. 2). Wir werden sehen, dafs man immer einen so Kreis vom Raddurchmesser angeben kann, der auf einem

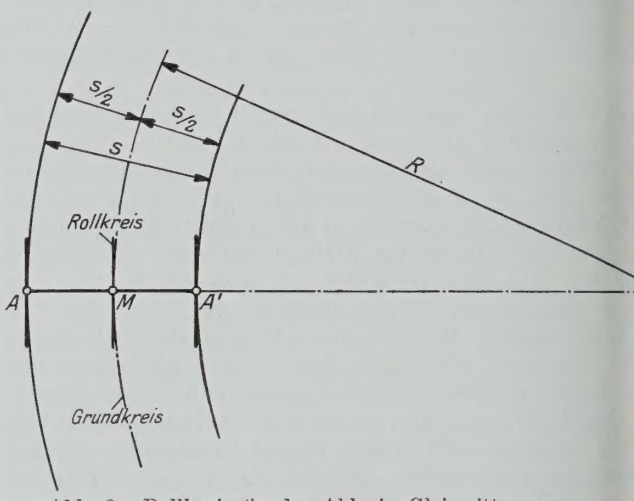


Abb. 2. Rollkreis (in der Abb. in Gleismitte angenommen

sprechenden im Grundrifs liegenden Kreis abrollt, nur br er nicht in der Mitte der Achse bzw. in Gleismitte zu li Wir wollen die beiden Kreise in Anlehnung an die Th der Zahnräder als Teilkreise bezeichnen, und zwar de der Achse als Rollkreis, den im Gleis als Grundk

Auch für die beiden Drehbewegungen wollen wir beso Namen einführen. Die Drehung um die horizontale Achse das Rollen, die um die vertikale Achse das Wen Entsprechend: Winkelgeschwindigkeit der Rollbewegung Rollgeschwindigkeit (u_y, siehe unten), Winkelgeschwi keit der Wendebewegung oder Wendegeschwindig (u_z), Rollwinkel ($d\psi$), Wendewinkel ($d\varphi$), Elemen rollung, Elementarwendung.

Zwischen den beiden Teilkreisen bestehen einige ein Beziehungen. Wir wählen ein Koordinatensystem und zw dafs die X-Richtung parallel der Fahrzeuglängsachse geh Y-Richtung quer dazu und die Z-Richtung senkrecht nach (Abb. 3). Wenn sich der Mittelpunkt des Rollkreises un kleine Strecke dx vorwärts bewegt, so ist er um einen ge Winkel $d\psi$ vorwärts gerollt, hatte dabei auf dem Grun einen kleinen Bogen $R\,d\varphi$ zurückgelegt und sich selbs seine Vertikalachse um den Winkel $d\varphi$ gedreht.

Es gilt dann: $dx = R\,d\varphi = r\,d\psi$

und $$\frac{dx}{dt} = R\frac{d\varphi}{dt} = r\frac{d\psi}{dt}.$$

hnen wir $\frac{d\varphi}{dt}$ mit u_z und $\frac{d\psi}{dt}$ mit u_y, so ist

$$R u_z = r u_y \text{ oder}$$

$$\frac{u_z}{u_y} = \frac{r}{R}$$

die Winkelgeschwindigkeit der Wendebewegung verhält u der der Rollbewegung, wie der Radhalbmesser zum nhalbmesser. Wir wollen für die späteren Zahlenrechnungen bestimmte Geschwindigkeit zugrunde legen, und zwar ich das Fahrzeug so schnell bewegen, dafs ein Rad m Durchmesser, das frei auf dem in Gleismitte liegenden abrollen kann, in einer Sekunde einmal umläuft. ahngeschwindigkeit v_x ist also, auf Fahrzeugmitte be- $2r\pi = 2 \cdot 0{,}5 \cdot \pi = 3{,}14159$ [m sec^{-1}] oder 11,3 km/Std. für eine Achse, wie eben angenommen, der Rollkreis in itte, so ist $u_y = 2\pi$ [sec^{-1}]. Ist der Halbmesser der , auf Gleismitte bezogen, 180 m, was für die folgenden ungen stets zugrunde gelegt wird, falls nichts anderes ist, so ist $u_z = \frac{r}{R} 2\pi = \frac{0{,}5}{180} \cdot 2\pi = \frac{1}{360} \cdot 2\pi$ [sec^{-1}]. ahrzeug wird in 360 Sek. oder 6 Min. einmal die ganze durchlaufen.

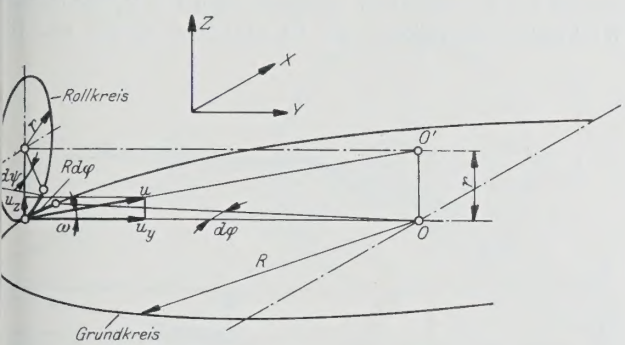


Abb. 3. Abrollen des Rollkreises auf dem Grundkreis.

Die beiden Winkelgeschwindigkeiten u_y und u_z kann man bekannten Regeln der Mechanik zu einer resultierenden elgeschwindigkeit u zusammenfassen, und es ist

$$u^2 = u_y^2 + u_z^2.$$

Die resultierende Winkelgeschwindigkeit zeigt nach einem O', der um $r = 0{,}5$ m über dem Kreismittelpunkt liegt. Winkel, den sie mit der Y-Achse bildet, ist gegeben durch $= \frac{u_z}{u_y} = \frac{r}{R}$ also gewöhnlich sehr klein, bei 180 m Halb- $r = \frac{1}{360}$.

Wenn der Rollkreis nicht in Gleismitte liegt, so läfst ein Grundkreis von einem etwas anderen Halbmesser R' en, auf dem er abrollt. Die vorausgehenden Betrachtungen n ungeändert, nur dafs R' statt R, u'$_y$ statt u_y, $d\varphi'$ $d\varphi$ zu setzen ist. u_z bleibt ungeändert.

Die Änderungen an R sind gewöhnlich nicht grofs, meist einige Dezimeter. Äufserstenfalls, wenn eine Achse auf einen Rade rein rollt, ist $R' = R - \frac{s}{2} = R - 0{,}75$. In deren Fällen kann die Änderung an R recht grofs sein. iner stark ziehenden Achse vergröfsert sich R um mehrere ', was z. B. bei der Achse eines Strafsenbahnwagens in 10 m Kurve nicht vernachlässigt werden kann. Bei einer bremsten Achse ist $R' = 0$, $u_y = 0$.

Die Bewegung einer radial laufenden Achse ist also nt, wenn die Lage des Rollkreises angegeben werden etwa durch Angabe von R' oder das Mafs ΔR, um das Rollkreis seitlich der Mitte liegt, wobei $\Delta R = R - R'$, ist. Die Bewegung des Rollkreises läfst sich anschaulich darstellen, wenn man aus ihm und dem Grundkreis Kegel mit der Spitze O' bildet. Die beiden Kegel (»Grundkegel« und »Rollkegel«) rollen dann aufeinander ab und man erkennt deutlich, dafs ihre gemeinsame Berührungsgerade die Achse der resultierenden Winkelgeschwindigkeit u ist.

Es ist nötig, sich den Zusammenhang zwischen u_y und u_z noch etwas genauer klar zu machen (Abb. 4). Wir hatten gesagt, der Rollkreis verschöbe sich um das Mafs ΔR. Wir könnten statt dessen auch sagen, der Rollkreis behalte seine Lage, sein Halbmesser r vergröfsere sich aber um das Mafs c, wobei $c = \Delta R \cdot \operatorname{tg} \omega$ ist. Das Mafs c ist stets sehr klein, 1 bis $1^1/_2$ mm; die Angabe des viel gröfseren ΔR ist also anschaulicher.

Es bestehen folgende Beziehungen:

$$\frac{c}{\Delta R} = \frac{r}{R'} = \frac{u_z}{u_y} = \operatorname{tg} \omega.$$

Da u_z konstant ist, so verkleinert sich u_y in demselben Mafse wie R' gegenüber R. Ist u_{y0} diejenige Rollgeschwindigkeit, die die Achse hat, wenn der Grundkreis in Gleismitte liegt, also

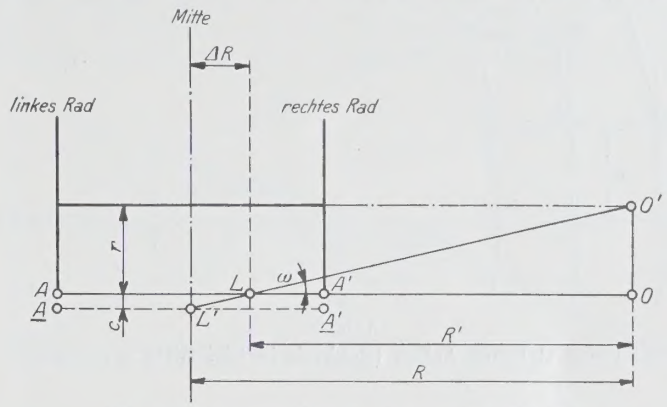


Abb. 4. Zusammenhang zwischen C und ΔR.

$$u_{y0} = u_z \cdot \frac{R}{r}, \text{ so ist } u_y = u_{y0} \cdot \frac{R'}{R} = u_{y0} \cdot \frac{R - \Delta R}{R} =$$

$$= u_{y0} \cdot \left(1 - \frac{\Delta R}{R}\right) = u_z \frac{R - \Delta R}{r}.$$

Gerade so gut kann man auch ansetzen:

$$u_y = u_z \frac{R}{r + c} = u_z \frac{R}{r + \Delta R \cdot \frac{r}{R - \Delta R}} = u_z \frac{R - \Delta R}{R}.$$

Man fragt gewöhnlich, wo die lotrechte Achse liegt, um die der Radsatz »wendet«. Augenscheinlich ist es diejenige, die durch den Punkt L geht. Man kann die Bewegung des Radsatzes so beschreiben: Er macht zuerst eine Elementarrollung um die wagrechte Achse (Grundlinie) A A', welche dabei in Ruhe bleibt, und sodann eine Elementarwendung um die Lotachse in Punkt L, der auf dieser Geraden liegt. Man könnte aber ebenso gut sagen, dafs die Wendung immer um diejenige Lotachse erfolgt, die durch L', also auch durch die Mitte der Grundlinie geht; nur mufs man dann als zugehörige Rollachse die Gerade A A' nehmen und diese ist unanschaulich, da sie von Punkten ausgeht, die an dem Radsatz nicht materiell verwirklicht sind. Dafs diese Willkür besteht, liegt einfach daran, dafs man eine resultierende Winkelgeschwindigkeit an jedem Punkte ihrer Richtungslinie in ihre Komponenten zerlegen kann.

Da die Rollgeschwindigkeit immer sehr grofs ist gegenüber der Wendegeschwindigkeit und auch gegenüber der gleich zu nennenden Seitenverschiebung, so erleichtert es die Betrachtungen ungemein, wenn man nur die beiden letzteren betrachtet. Die meisten Rechnungen beruhen auf dieser Grundlage. Sie ist ohne weiteres zu brauchen, wenn die Rollung für das

Kräftespiel bedeutungslos ist, d. h. ohne Widerstand erfolgt. Bei Achsen, die mit dem Spurkranz anlaufen, stammt aber der weit überwiegende Teil der Spurkranzreibung von der Rollbewegung; hier kann man sie also nicht vernachlässigen und das ist ein weiterer Grund, der die Behandlung der Spurkranzreibung so schwierig macht.

Nicht radial stehende Achse.

Für eine nicht radial stehende Achse ist die Darstellung der Bewegung weniger einfach (Abb. 5). Wir können auch hier einen Rollkreis angeben, der auf einem Grundkreis abrollt, nur dafs er aufser der reinen Rollung eine gleitende Seitenverschiebung erfährt. Nehmen wir wieder an, er liege in Achsmitte. Der Winkel α, der die Schiefstellung bezeichnet, ist gegeben durch $\sin \alpha = \frac{p}{R}$, wenn p der Abstand der Achse vom Reibungsmittelpunkt ist. α ist praktisch gleich dem entsprechenden, am äufseren Rade gemessenen Winkel, dem Anlaufwinkel und immer so klein, dafs $\sin \alpha = \alpha$ gesetzt werden kann.

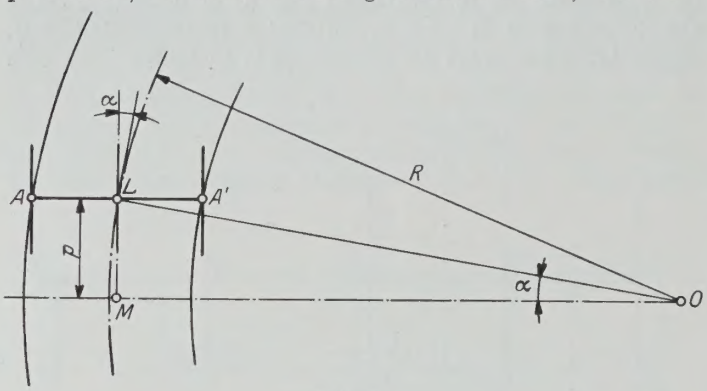


Abb. 5.
Nicht radial stehende Achse, (Rollkreis in Gleismitte angenommen).

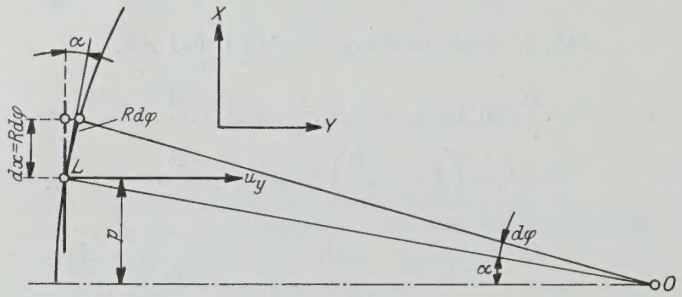


Abb. 6. Seitenverschiebung ($dy = a\ Rd\varphi = pd\varphi$).

Die Gröfse der Querverschiebung (Abb. 6) bei einem Rollweg $R\,d\varphi$ ist $d_y = a \,.\, d_x = a \,.\, R\,d\varphi = p\,d\varphi$ und die Gleitgeschwindigkeit $v_y = p\frac{d\varphi}{dt} = p \,.\, u_z$. Da d_x und $R\,d\varphi$ sich praktisch nicht unterscheiden, so macht der Rollkreis auf dem Grundkreis gerade so viele Umdrehungen wie in radialer Stellung; es sind weder u_y noch u_z geändert. Wir können also die Bewegung des Rollkreises so beschreiben: er rollt mit der Winkelgeschwindigkeit u_y um eine durch seinen Auflagerpunkt gehende horizontale und zur Y-Richtung parallele Achse, er dreht sich mit der Winkelgeschwindigkeit u_z um eine durch seinen Auflagerpunkt gehende, senkrechte Achse und er wird dabei mit der Geschwindigkeit $v_y = p \,.\, u_z$ in der Y-Richtung verschoben.

Wir werden praktisch immer mit diesen Bewegungskomponenten rechnen. Für die Gesamtanschauung ist es aber wünschenswert, sie zu einer Resultierenden zusammenzufassen. Bekanntlich läfst sich jede Elementarbewegung, auch die allgemeinste, die ein Körper im Raume ausführen ka als eine »Elementarschraubung« darstellen, d. h. der Kör bewegt sich längs einer gegebenen Geraden und dreht dabei um dieselbe. Diese Schraubenachse müssen wir angel

Wir betrachten die Gerade LM, die von dem Auflag punkt des Rollkreises L nach dem Reibungsmittelpunkt gezogen ist; sie hat die Länge p. Nachdem wir wissen, der Rollkreis sich mit einer Geschwindigkeit u_z um eine se rechte Achse dreht und der Punkt L sich mit der Geschwin keit $p \,.\, u_z$ seitlich bewegt, können wir diese beiden Bewegu anteile zusammenfassen zu einer Drehung um eine senkre Achse in Punkt M mit der Wendegeschwindigkeit u_z. entsteht also jetzt die Aufgabe, die Achse und die Grö der Elementarschraubung für einen Körper anzugel der sich mit gegebenen Winkelgeschwindigkeiten um zwei einander senkrechte Achsen dreht, die den Abstand LM voneinander haben und wobei eine Drehung um diese Ge LM nicht stattfindet (Abb. 7).

Wir wissen zunächst, dafs die beiden Drehungen wie fr zu einer resultierenden Drehung zusammengefafst werden kön Zeichnen wir irgendwo im Raume die Winkelgeschwindig u_y (Abb. 7a), und senkrecht dazu die Winkelgeschwindigkeit die sich wie R : r verhalten, so gibt $u = \sqrt{u_y^2 + u_z^2}$ die resultiere Winkelgeschwindigkeit. Sie ist also nach Gröfse und Rich

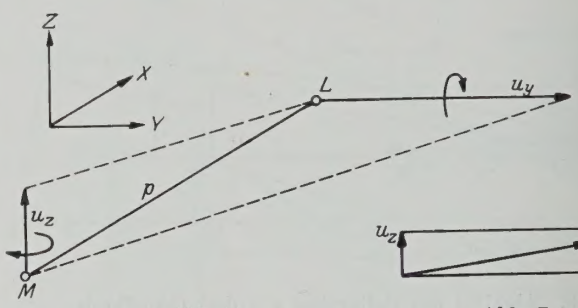


Abb. 7. Abb. 7a.

Abb. 7. Drehung der den Radsatz darstellenden Geraden LM zwei zueinander senkrechte Achsen.

Abb. 7a. Zusammensetzen der resultierenden Winkelgeschwindig

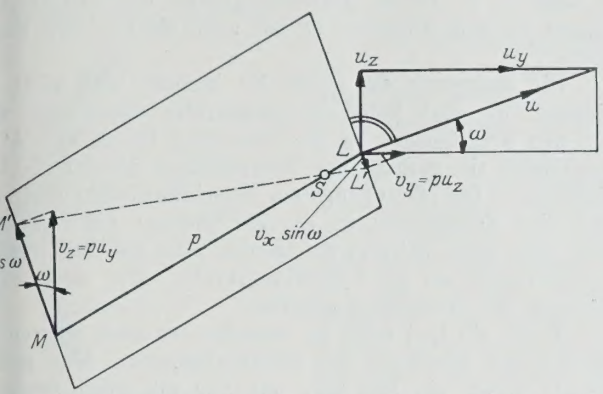
dieselbe, wie bei radialer Stellung. Eine X-Komponente enthäl nicht, da das ein Abheben des Radsatzes von der Schienene bedeuten würde. Die gesuchte Schraubenachse mufs u par gehen; es bleibt noch ihre Lage im Körper und die Gröfse Geschwindigkeit längs dieser Achse zu bestimmen. Wir ma dazu folgende Überlegung.

Bei einer Schraubenbewegung haben zwei beliebig her gegriffene Punkte des Körpers Geschwindigkeiten, die sic zusammensetzen aus der Translationsgeschwindigkeit v_s, die beide gleich ist, und der Bahngeschwindigkeit der Rotati bewegung $u\varrho$ bzw. $u\varrho'$, die proportional dem Abstand von Drehachse ist.

Projiziert man die Bewegung auf eine Ebene, die senkr auf der Rotationsachse steht, so verschwinden die Anteile v_s es erscheint eine reine Drehbewegung.

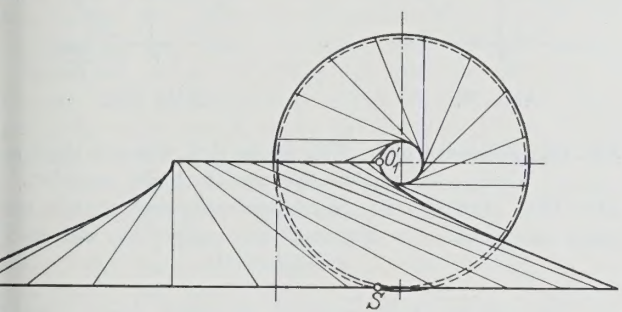
Wir errichten also auf der schon gefundenen Richtung Schraubenachse u eine senkrechte Ebene und projizieren un Gerade p darauf; sie erscheint in wahrer Gröfse. Zweckmä legen wir die Ebene durch die Gerade p selbst (Abb. 8). Bewegung des Punktes M erscheint als $v_z \cos\omega$, die des Punkt als $v_y \sin\omega$. Der gesuchte Drehpunkt S, die Projektion Schraubenachse, mufs auf Senkrechten liegen, die in M un auf $v_z \cos\omega$ und $v_y \sin\omega$ errichtet werden, d. h. auf der bindungslinie ML, und es müssen sich die Abstände wie Geschwindigkeiten verhalten. Teilen wir also die Strecke in diesem Verhältnis, indem wir die Gerade M'SL' ziehen

der gesuchte Drehpunkt. Eine weitere Überlegung zeigt, ie gesuchte Schraubenachse identisch ist mit der Geraden,



. Ebene durch Gerade LM senkrecht zur Schraubenachse. schwindigkeit der Drehung in den Punkten L u. M. Daraus rmittlung der Lage der Schraubenachse (Drehpunkt S).

an erhält, wenn man zwischen der Anfangslage der e p und einer benachbarten den kürzesten Abstand mt.



raktisch wird die Strecke SL aufserordentlich klein. Es $\omega = \frac{u_z}{u}$, und $v_y = p\,u_z$, also $L\,L' = v_y \sin\omega = p\,u_z \frac{u_z}{u} =$

$\frac{}{}$. Ferner ist $M\,M' = v_z \cos\omega = p\,u_y \cdot \frac{u_y}{u} = p\,\frac{u_y^2}{u}$. Es ist also

$$\frac{p \cdot \frac{u_z^2}{u}}{p \cdot \frac{u_y^2}{u}} = \frac{u_z^2}{u_y^2} = \frac{r^2}{R^2}.$$ Nehmen wir $p = 4{,}5$ m, $r = 0{,}5$ m und

80 m, so ist $\frac{L\,S}{M\,S} = \frac{1}{(360)^2}$, und L S nur $\frac{1}{29}$ mm.

Wir können jetzt die räumliche Bewegung eines nicht radial den Radsatzes folgendermafsen angeben. Er führt eine benbewegung um eine Achse aus, die eine Kleinigkeit dem Fufspunkt L des Rollkreises vorbeigeht (Abb. 9). chse liegt, wie früher, praktisch sehr flach; im wesentlichen lt es sich um die Rollbewegung. Bei der mit der ibung verbundenen Schiebung hebt sich der Radsatz, die Schraubenachse schräg nach oben geht, um einen n Betrag von der Gleisebene ab; dieser wird dadurch r ausgeglichen, dafs der Rollkreis um einen Punkt S rollt, twas neben dem Fufspunkt liegt, und dadurch wieder e Schienenebene hinuntergedreht wird. Wir wollen zur olle dieses Mafs berechnen. Die Geschwindigkeit der Quer-iebung ist v_y, das Mafs der Abhebung von der Schiene $= v_y \frac{r}{R} = p \cdot u_z \cdot \frac{r}{R}$. Andererseits hatten wir für die

ke L S den Wert $p \frac{r^2}{R^2}$; dieses mal der Winkelgeschwindigkeit ot den Betrag, um den der abgehobene Punkt L wieder in die Schienenebene zurückgedreht wird. Es ist $p \frac{r^2}{R^2} \cdot u_y =$

$= p \cdot \frac{r}{R} u_z = p \cdot u_z \cdot \frac{r}{R}$, also wie oben.

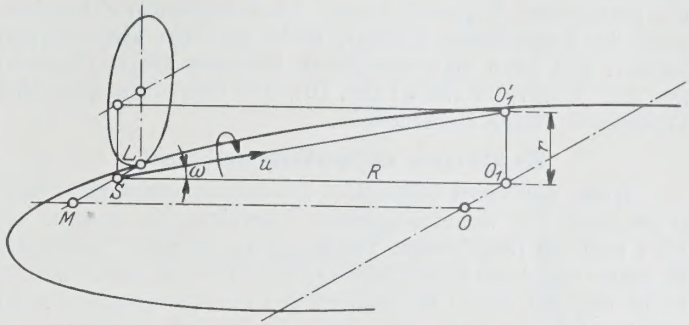
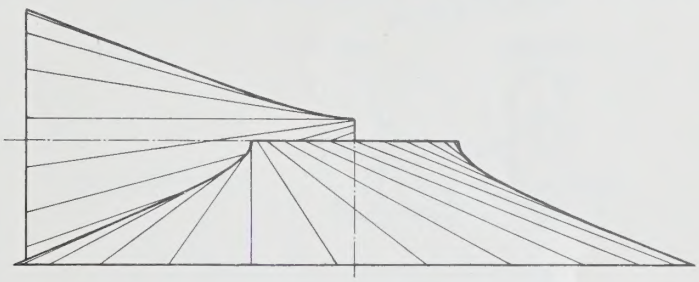


Abb. 9. Schraubenbewegung des Rollkreises. (Schraubenachse u).

Praktisch geben wir die Bewegung der Achse, wie schon früher gefunden, an durch die Rollgeschwindigkeit des Rollkreises um den Fufspunkt L (u_y), die Wendegeschwindigkeit um die Lotachse durch L (u_z), und die Seitenverschiebung $v_y = p \cdot u_z$.



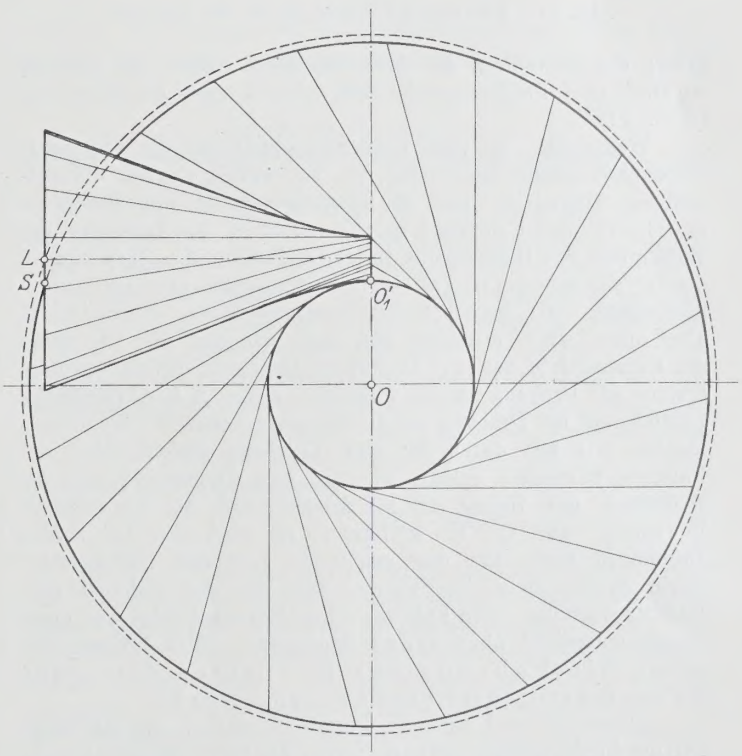


Abb. 10. Abwälzen des Rollhyperboloides auf dem Grundhyperboloid.

Liegt der Rollkreis nicht in Gleismitte, so tritt wie bei der radial stehenden Achse, R' für R, u_y' für u_y usw.

Wenn bei einer radial stehenden Achse die Bewegung der

beiden Teilkreise aufeinander der Bewegung zweier Kegelzahnräder entspricht, so können wir die Bewegung der Teilkreise bei einer nicht radial stehenden Achse nach Art zweier Hyperboloidzahnräder betrachten, bei denen bekanntlich auch ein Gleiten längs der Zahnflanken stattfindet. Wenn man die aufeinander folgenden Lagen der momentanen Schraubenachse im festen Raum aufträgt, erhält man das »Grundhyperboloid«, und wenn man dasselbe am bewegten Körper (Radsatz) tut, das »Rollhyperboloid« (Abb. 10). Die Schraubenachsen sind Erzeugende beider Hyperboloide.

Die Bewegung am Spurkranzdruckpunkt.

Wenn man einen bestimmten Bewegungszustand eines Radsatzes nach den voraufgegangenen Betrachtungen annimmt, so kann man die resultierende Bewegung irgend eines Punktes des Radsatzes oder deren Komponenten ohne weiteres angeben. Freilich kennt man bei diesen Rechnungen den Bewegungszustand meist von vornherein nicht. Man mufs ihn annehmen, danach die Bewegungen der reibenden Punkte und danach wieder die dort auftretenden Kräfte bestimmen; andernfalls mufs man die Rechnung mit einer anderen Annahme wiederholen.

Der am Spurkranz anlaufende Radsatz hat zwei Freiheitsgrade. Wenn man eine Annahme bezüglich des Bewegungszustandes macht (Δ R oder c), bleibt nur noch ein Freiheitsgrad; die Bewegung ist dann bestimmt. Dafs der Radsatz wirklich zwei Freiheitsgrade hat, erkennt man an folgendem (Abb. 11).

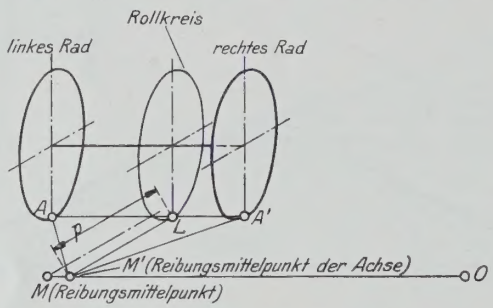


Abb. 11. Führung der Achse durch den Rahmen.

Wenn OM die vom Kreismittelpunkt auf die Fahrzeuglängsachse gefällte Senkrechte, — wir wollen sie den »Hauptradius« nennen — und M dementsprechend der Reibungsmittelpunkt des Fahrzeugs ist, so schneidet die Lotebene des Rollkreises den Hauptradius in einem Punkte M'. Wir können diesen sinngemäfs als »Reibungsmittelpunkt des Radsatzes« bezeichnen. Er kann mit M zusammenfallen, braucht es aber nicht. Wir erinnern uns, dafs wir uns die Bewegung der Geraden L M aus zwei Drehungen bestehend denken konnten, erstens der Drehung um die wagrechte Achse A L A' (Rollung), zweitens aus der Drehung um die lotrechte Achse M' (Wendung). Denken wir uns durch M' eine Lotebene gleichlaufend zur Fahrzeuglängsachse gelegt, so wird sich derjenige Punkt des Radsatzes, der vorher mit M' zusammenfiel, bei der ersteren Bewegung zwar von M' entfernen; er wird aber bei beiden Drehungen nicht aus der genannten Lotebene heraustreten. Darin drückt sich die Führung aus, die der Rahmen dem Radsatz verleiht. Die Führung eines Körperpunktes auf einer Ebene entspricht aber einer Bedingung. Wir können also sagen: Die Führung des Radsatzes durch den Rahmen vernichtet einen Freiheitsgrad.

Aufserdem sind noch die Punkte A und A' des Radsatzes auf der Schienenebene geführt, ferner der Spurkranzdruckpunkt an der schrägen Flanke des Schienenkopfes. Das sind drei weitere Bedingungen. Es bleiben also $6 - 4 = 2$ Freiheitsgrade. Die drei letztgenannten Führungen erfolgen unter Reibung, die erste ist reibungslos.

Eine Achse, die querverschieblich ist und weder Rahmen noch an der Schiene anläuft, hat drei Freiheitsgra sie kann z. B. rollen, vorwärts gleiten und seitlich glei Kommt sie zum Anlaufen, so hat auch sie nur zwei Freihe grade.

Die Bewegung am Punkt M' braucht man nicht zu stimmen, da dort keine Reibungskräfte übertragen wer Von den drei übrigen ist die Bewegung bei A und A' le anzugeben, sie enthält nur Komponenten in der X- und Richtung. Die Bewegung am Spurkranzdruckpunkt ent auch eine Komponente in der Z-Richtung; die Bewegung zwar auch ohne weiteres anzugeben, aber sie stellt doch Anforderungen an die Vorstellungskraft. Wir müssen desh zunächst die Vorstellung schärfen.

Wenn ein Rad rollt, so verändert es auch während e sehr kleinen Bewegung den Berührungspunkt. Man stellt deshalb besser ein Rad vor, das nur mit einer Speiche ruht (Abb. 12).

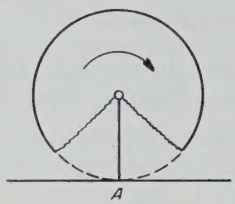


Abb. 12.

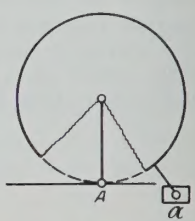


Abb. 12a.

Abb. 12. Rollendes Rad. Man denke sich während einer unen kleinen Rollung die Stützspeiche nicht verändert.

Abb. 12a. Drücken im Spurkranzdruckpunkt mittels einer längerten Speiche, die während einer unendlich kleinen Drel dieselbe bleibt.

Ein solches Rad wechselt während einer sehr kle Bewegung seinen Auflagerpunkt A nicht; es kommt nach Ablauf dieser kleinen Bewegung die nächste — hier r gezeichnete — Speiche zum Tragen.

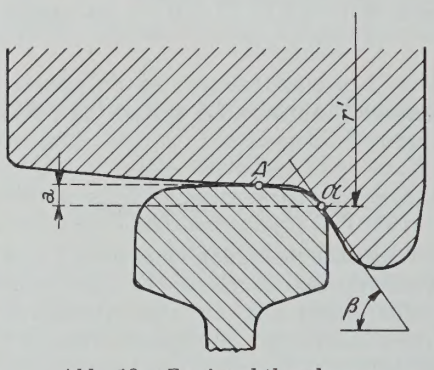


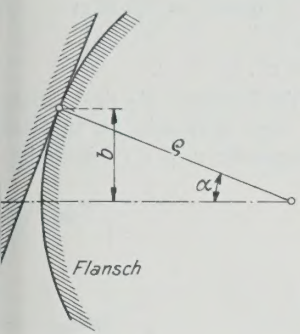
Abb. 13. Zweipunktberührung.

Ähnlich ist e Spurkranzdruckpu Zunächst mufs di in einem gegeb Fall ermittelt wer Er ist bei einer gebenen Stellung Fahrzeugs geomet bedingt.

Bei den übli Rad- und Schie formen herrscht in gemeinen Zweipu berühruug (Abb.

Stellt man und Schiene pa und führt einen lotrechten Mittelschnitt durch das Rad ergibt sich das angegebene Bild. Es finden zwei Berühru statt, bei A und bei $\mathfrak{A}$. Stellt man nun das Rad in e gewissen Winkel (Anlaufwinkel α) zur Schiene, so rückt Punkt $\mathfrak{A}$ nach vorne. Man kann seine Lage praktisch kommen genau genug folgendermafsen ermitteln. Man s von der Parallelstellung ausgehend, den Halbmesser r' Punktes $\mathfrak{A}$ fest, sowie die Neigung der Berührenden gegen die Horizontale. Ein Horizontalschnitt durch $\mathfrak{A}$ schn den Spurkranz im konischen Teil nach einer Hyperbel, in Hohlkehle nach einer Lemniskate. Beide Kurven kann durch ihren Krümmungskreis ersetzen. Sein Halbmesser r' tg β. Danach ist die Vorverlegung des Punktes $\mathfrak{A}$ geg

$\varrho \cdot a = r' \operatorname{tg} \beta \cdot a$ (Abb. 14); sie wird im folgenden mit eichnet. Der Höhenunterschied zwischen S. O. und $\mathfrak{A}$ so dafs $r' = r + a$ ist.



4. Vorverlegung des Druckpunktes ($b = \varrho \cdot a$).

Die berührende Ebene im Punkte $\mathfrak{A}$ ist nicht nur unter dem Winkel β gegen die Horizontale geneigt, sondern auch um den Winkel a gegen die Fahrzeuglängsachse geschwenkt. Letzteres bewirkt aber für die Drucknormale nur Änderungen, die von der zweiten Ordnung klein sind. Der Anlaufwinkel a wird daher bei Ermittlung der Kräfte am Punkt $\mathfrak{A}$ vernachlässigt.

Es scheint zunächst, als ob das ein Widerspruch gegen sei. Wenn man nämlich einen Wagen mittels Druckführt*), so ist gerade die geringe Schiefstellung der ie am Anlaufpunkt dasjenige, in dem der Krümmungsstand zum Ausdruck kommt. Richtkraft $\times$ Anlaufwinkel den Anteil der Achse am Krümmungswiderstand. Bei ranzführung ist aber die Lage grundsätzlich anders. Anlaufwinkel wirkt sich dahin aus, dafs das Mafs b, die rlegung des Druckpunktes, entsprechend grofs wird; ch wächst aber das Moment, das der Druck am Punkte die rollende Achse ausübt und das diese zurückhalten will. Wir wollen gleich eine zweite Vernachlässigung machen. Spurkranzdruckpunkt liegt eine Kleinigkeit näher an itte als der Punkt A. Das gibt Unebenheiten in der ung. Wir nehmen deshalb an, dafs $\mathfrak{A}$ auch in der ene liegt, die wir 0,75 m von Achsmitte festgesetzt . Man kann diese Annahme für eine sehr kleine Beg auch materiell verwirklichen, aber nicht für eine re.

Auch am Spurkranzdruckpunkt stört es die Vorstellung, der Punkt während einer kleinen Bewegung am Rade rt. Wir denken uns auch für ihn eine einzelne »verte Speiche«, die an einer schräggestellten Fläche (der renden Ebene des Schienenkopfes) gleitet (Abb. 12 a). dem eine kleine Bewegung ausgeführt ist, tritt, wie früher, neue Speiche an einer neuen Fläche ein. Es kommen unkte $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{A}''$ und $\mathfrak{A}'''$ nacheinander mit den Ebenen , $\mathfrak{E}''$ und $\mathfrak{E}'''$ in Berührung. Die Berührung erzwingt Rollen des Rades ein Gleiten nach der Seite, weil die e schräg steht. Ist der Punkt $\mathfrak{A}$ an der Fläche E geglitten, so kommt der Punkt $\mathfrak{A}'$ an der Fläche $\mathfrak{E}'$ zum n (Abb. 15). Für unsere Rechnung haben wir es nur iner Ebene zu tun.

Da für die Achse nur die vier geführten Punkte wesentind, kann man sie sehr vereinfacht darstellen. Das in 16 stark gezeichnete Gestänge ist ein an vier Punkten A' und M' geführter starrer Körper; er ist senkrecht A und A' je mit der Kraft Q belastet. (Wir legen also die vom Wagenkasten kommenden Federkräfte in die ene; das Gleichgewicht als Ganzes wird dadurch nicht ert. Den Radsatz selbst denkt man sich am besten htslos).

Die Grundlagen für die Ermittlung des Gleichgewichts.

Die am Spurkranzdruckpunkt vorkommenden Gröfsen n wir mit Ausnahme der Richtkraft $P = \mathfrak{R}_y$ fortan mit schen Buchstaben und die am Auflagerpunkt des Innen- mit einem Strich (') bezeichnen. Ferner wollen wir die Seitenkräfte der Reibung in X-Richtung K-Kräfte, die in Y-Richtung G-Kräfte und die in Z-Richtung J-Kräfte nennen. Die folgende Zusammenstellung 1 läfst das Schema der gewählten Bezeichnungen an einem zweiachsigen Wagen erkennen.

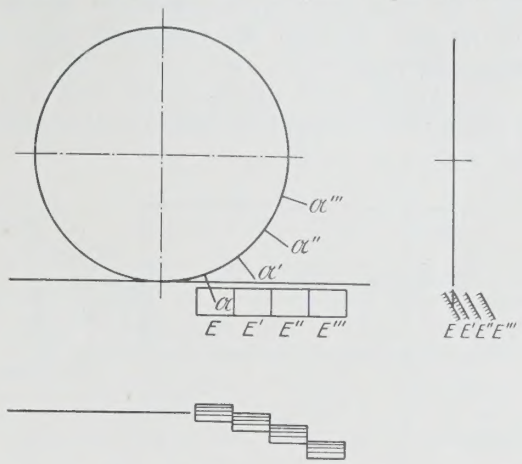


Abb. 15. Vereinfachte, der Rechnung zugrunde liegende Vorstellung der Spurkranzführung: Einzelne, verlängerte Speichen, die an entsprechenden schrägen Ebenen hinabgleiten.

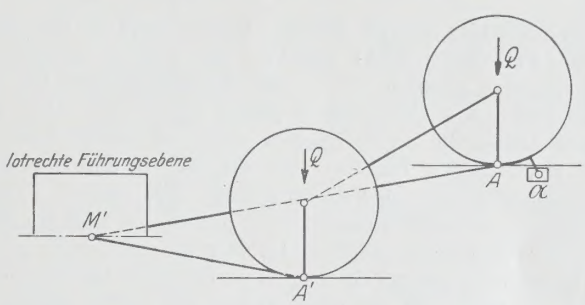


Abb. 16. Der Radsatz wird für die Berechnung durch einen Körper ersetzt, der nur die hierfür mafsgebenden Punkte $\mathfrak{A}$, A, A' und M' enthält.

Zusammenstellung 1.

Achse	1			2		
Stützpunkte	$\mathfrak{A}_1$	A_1	A_1	$\mathfrak{A}'_2$	A_2	A'_2
Normalkräfte	$\mathfrak{N}_1$	N_1	N'_1	$\mathfrak{N}'_2$	N_2	N'_2
Reibungskräfte in X-Richtung .	$\mathfrak{K}_1$	K_1	K'_1	$\mathfrak{K}'_2$	K_2	K'_2
„ „ Y-Richtung .	$\mathfrak{G}_1$	G_1	G'_1	$\mathfrak{G}'_2$	G_2	G'_2
„ „ Z-Richtung .	$\mathfrak{J}_1$	—	—	$\mathfrak{J}'_2$	—	—
resultierende Reibungskräfte .	$\mathfrak{R}_1$	R_1	R'_1	$\mathfrak{R}'_2$	R_2	R'_2
Geschwindigkeit in X-Richtung .	$\mathfrak{v}_{1_x}$	v_{1_x}	v_{1_x}	$\mathfrak{v}'_{2_x}$	v_{2_x}	v'_{2_x}
„ „ Y-Richtung .	$\mathfrak{v}_{1_y}$	v_{1_y}	v'_{1_y}	$\mathfrak{v}'_{2_y}$	v_{2_y}	v'_{2_y}
„ „ Z-Richtung .	$\mathfrak{v}_{1_z}$	—	—	$\mathfrak{v}'_{2_z}$	—	—
resultierende Gleitgeschwindigkeit	$\mathfrak{v}_1$	v_1	v_1	$\mathfrak{v}_2$	v_2	v'_2

Zur Ermittlung des Gleichgewichts einer Achse stehen jetzt folgende Handhaben zur Verfügung. Die Achse erfährt in den Punkten $\mathfrak{A}$, A, A' und M' Drücke, die mit $\mathfrak{N}$, N, N' und H bezeichnet seien. Das sind vier Unbekannte. Aufserdem ist c bzw. ΔR unbekannt. Mit Hilfe von c lassen sich alle Bewegungen und aus diesen mittelst der Normalkräfte N und der Reibungsziffer f die Reibungen K, G, $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{G}$, $\mathfrak{J}$ ansetzen. Es fehlt noch die sechste Unbekannte. Diese ist der auf die Achse entfallende Anteil des Krümmungswiderstandes. Gewöhnlich wird der Krümmungswiderstand durch Ziehen am Zughaken überwunden. Dann läuft diese Kraft durch den Rahmen und die Achshalter in die Achse, wo sie als horizontale Kraft

*) S. „Spurerweiterung oder nicht?“ Seite 224.

in der X-Richtung angreift. Bei Gleitbewegungen verursacht aber eine hinzukommende Einzelkraft eine Änderung der Gleichgewichtsverhältnisse, das macht die Rechnung unbequem. Wir denken uns deshalb statt der Einzelkraft ein antreibendes Moment $\mathfrak{M}_w$, das vom festen Raum unmittelbar auf die Achse wirkt. Es ist klar, dafs sich die Verhältnisse dadurch nur ganz unwesentlich verändern.

Die sechs Unbekannten sind also: $\mathfrak{A}$, N, N', H, c und $\mathfrak{M}_w$. Dem stehen die sechs räumlichen Gleichgewichtsbedingungen gegenüber.

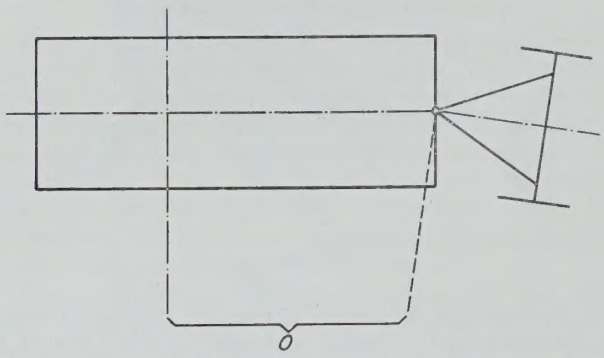


Abb. 17. Deichselgestell, Gleichgewicht einzeln bestimmbar.

Es mufs hier freilich gleich erwähnt werden, dafs dieser einfache Fall meist nicht zutrifft. Er kann zutreffen bei Deichselachsen, nämlich, wenn der Hauptradius des Deichselgestells durch den Gelenkpunkt geht (Abb. 17). Aber wenn mehrere Achsen in einem Rahmen sitzen — schon beim einfachen zweiachsigen Wagen trifft das zu — übt jede Achse auf die andere eine Rückwirkung aus. Die beiden Gruppen von Gleichgewichtsbedingungen sind gekuppelt, was die Rechnung sehr verwickelt macht. Im allgemeinsten Fall gibt es schon beim zweiachsigen Fahrzeug 24 Gleichgewichtsbedingungen, nämlich je sechs für die erste Achse, die zweite Achse, den Rahmen und das ganze Fahrzeug.

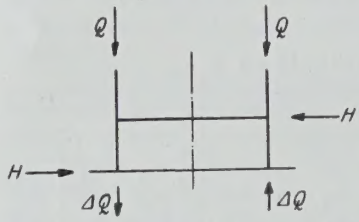


Abb. 18. Ungleichwerden der Raddrücke bei Seitendruck im Lager.

Es mufs hier auch gleich auf einen sehr wichtigen Umstand hingewiesen werden, nämlich, dafs die Raddrücke nicht gleich bleiben. Eine Achse, die ein langes Fahrzeug unter hohem Anlaufdruck führt, ist auch ohne dynamische Wirkungen in der Lage der Abb. 18. Ihre Stellung zum Rahmen ist nicht geändert; infolgedessen ist auch der Federdruck ungeändert, d. h. auf beiden Seiten gleich. Wenn die Achse nun im Lager einen starken Seitendruck bekommt, tritt ein Kippmoment auf, das das eine Rad be- das andere entlastet. Die grundlegenden Ableitungen von Uebelacker und Heumann, die gleichen Raddruck voraussetzen, beruhen also streng genommen auf der Annahme, dafs entweder der Reibungswert f so klein sei, dafs die dadurch erzeugten Kräfte die Lastverteilung nicht wesentlich verändern, oder darauf, dafs die Räder sehr niedrig seien, dafs also der Angriffspunkt der seitlichen Lagerdrücke nicht sehr hoch über S. O. liege. Die Aufgabe ist — mit einem Wort — als ebenes Problem gefafst; sie ist aber ein räumliches, und die dadurch bedingten Abweichungen können unter Umständen erheblich werden.

Sind wenigstens alle Räder ungefähr gleich grofs, so greifen an den Rahmen nur Kräfte an, die in der Ebene der Radmittelpunkte liegen; es ist dann wenigstens das Gleichgewicht des Rahmens ein ebenes Problem.

Bestimmung der Bewegung in den drei reibenden Stützpunkt

Der Spurkranzdruckpunkt $\mathfrak{A}$ liegt bei neuen Reifen u Schienen 8 mm unter S. O. (Abb. 13). Infolgedessen wird

$$r' = r + a = 0{,}5 + 0{,}008 = 0{,}508 \text{ m}$$

und die Vorverlegung

$$b = \varrho \,.\, a = r' \,.\, \operatorname{tg} \beta \,.\, a.$$

In Abb. 19 sind für eine Vorderachse die drei Stützpun auf den Rollkreis projiziert. Der Rollkreis ist in Gleism angenommen und hat den Halbmesser r + c (siehe Seite 33

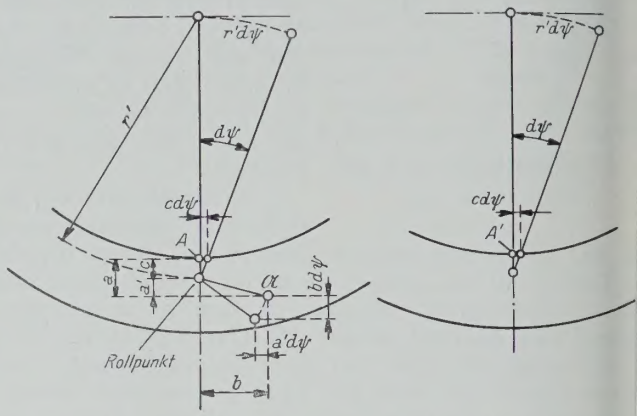


Abb. 19. Projektion der Stützpunkte auf den Rollkreis.

c braucht nur berücksichtigt zu werden, wenn es allein mit Gröfsen gleicher Ordnung vorkommt; gegen r wird vernachlässigt.

Es ist dann aus der Rollung:

am Punkt $\mathfrak{A}$: $\quad \mathfrak{v}_x \,dt = -a' \,d\psi = -a' \dfrac{R}{r} \,d\varphi$

$$\mathfrak{v}_z \,dt = -b \,d\psi = -b \frac{R}{r} \,d\varphi$$

am Punkt A und A':

$$v_x \,dt = v'_x \,dt = c \,d\psi = c \frac{R}{r} \,.\, d\varphi.$$

Ferner aus der Wendung:

am Punkt $\mathfrak{A}$ und A:

$$\mathfrak{v}_x \,dt = v_x \,dt = \frac{s}{2} \,.\, d\varphi$$

am Punkt A': $\qquad v'_x \,dt = -\dfrac{s}{2} \,d\varphi$

Endlich aus der Seitenverschiebung:

für alle drei Punkte:

$$\mathfrak{v}_y \,dt = v_y \,dt = v'_y \,dt = R \,d\varphi \,.\, a = p \,.\, d\varphi.$$

Daraus folgt für die einzelnen Punkte:

Punkt $\mathfrak{A}$: $\quad \mathfrak{v}_x \,dt = \left(\dfrac{s}{2} - a' \dfrac{R}{r} \right) d\varphi$

$$\mathfrak{v}_y \,dt = R \,d\varphi \,.\, a$$

$$\mathfrak{v}_z \,dt = -b \frac{R}{r} \,.\, d\varphi.$$

Sie sind in Abb. 20 veranschaulicht. Der resultierende (e weg in der Querebene ist:

$$\mathfrak{v}_{yz} \,dt = \sqrt{\mathfrak{v}_y^2 + \mathfrak{v}_z^2} \,dt;$$

da $\dfrac{\mathfrak{v}_y}{\mathfrak{v}_z} = \operatorname{ctg} \beta$ ist, so ergibt sich

$$\mathfrak{v}_{yz} \,dt = \mathfrak{v}_z \,.\, \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \beta} \,dt = \frac{\mathfrak{v}_z}{\sin \beta} \,dt = \frac{b \,.\, R}{r \,.\, \sin \beta} \,.\, d\varphi$$

$$= \frac{p}{\cos \beta} \,d\varphi.$$

gesamte Gleitweg ist:

$$\mathfrak{v}\,dt = \sqrt{\mathfrak{v}_x^2 + \mathfrak{v}_y^2 + \mathfrak{v}_z^2}\,dt = \sqrt{\mathfrak{v}_x^2 + \mathfrak{v}_{yz}^2}\,dt = \sqrt{\left(\frac{s}{2} - a'\frac{R}{r}\right)^2 + \frac{p^2}{\cos^2\beta}}\,d\varphi.$$

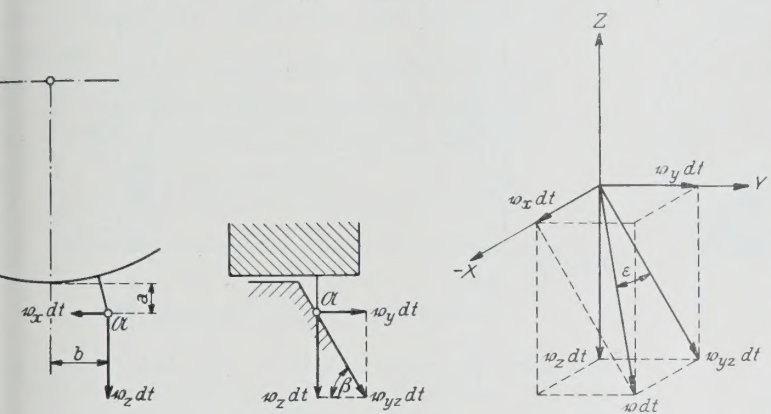


Abb. 20. Bewegungskomponenten im Spurkranzdruckpunkt.

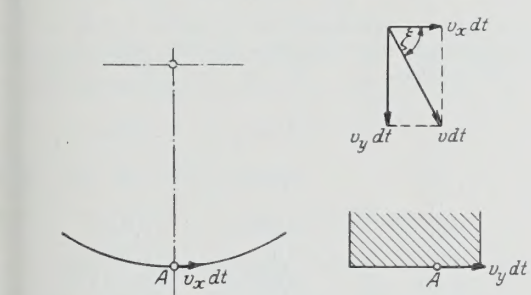


Abb. 21. Bewegungskomponenten im Punkt A.

kt A. (Abb. 21). $v_x\,dt = \left(\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)d\varphi$

$$v_y\,dt = R\,d\varphi \,.\, a = p\,d\varphi$$

$$v\,dt = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}\,dt = \sqrt{\left(\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)^2 + p^2}\,d\varphi.$$

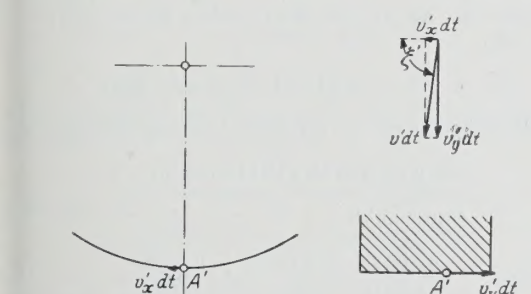


Abb. 22. Bewegungskomponenten im Punkt A'.

kt A' (Abb. 22).

$$v'_x\,dt = \left(-\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)d\varphi$$

$$v'_y\,dt = R\,d\varphi \,.\, a = p\,d\varphi$$

$$dt = \sqrt{v'^2_x + v'^2_y}\,dt = \sqrt{\left(-\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)^2 + p^2}\,d\varphi.$$

Bestimmung der Reibungskräfte aus den Bewegungen.

Die Gesamtreibung an jedem Stützpunkt läfst sich entchend den Gleitgeschwindigkeiten in Seitenkräfte nach drei Richtungen X, Y und Z zerlegen, sie sind den einen Geschwindigkeitskomponenten natürlich entgegengesetzt chtet, schliefsen also miteinander die gleichen Winkel ein diese. Am Spurkranzdruckpunkt erfolgte die Gleitbewegung auf einer geneigten Ebene, dieser Bewegung entsprechend erhält man drei Seitenkräfte der Reibung (Abb. 23). Sie sind, wenn $\mathfrak{N}$ der Auflagerdruck, der in je eine Komponente in Y und Z-Richtung

$$\mathfrak{N}_y = P = \mathfrak{N} \,.\, \sin\beta$$

und $\mathfrak{N}_z = \mathfrak{N} \,.\, \cos\beta$

zerlegt werden kann, und f der Reibungsbeiwert ist:

$$\mathfrak{K} = f \,.\, \mathfrak{N}\,\frac{\mathfrak{v}_x}{\mathfrak{v}} = f \,.\, \mathfrak{N}\sin\varepsilon$$

$$\mathfrak{G} = f \,.\, \mathfrak{N}_z\,\frac{\mathfrak{v}_{yz}}{\mathfrak{v}} = f \,.\, \mathfrak{N}_z\cos\varepsilon$$

$$\mathfrak{J} = f \,.\, \mathfrak{N}_y\,\frac{\mathfrak{v}_{yz}}{\mathfrak{v}} = f \,.\, \mathfrak{N}_y\cos\varepsilon$$

An den Stützpunkten A und A' fand das Gleiten auf einer horizontalen Ebene, nämlich der Schienenkopfebene, statt. Infolge dieser horizontalen Bewegung wird man auch die Reibungskräfte nur in der Horizontalebene erhalten. Bedeuten N und N' die Auflagerdrücke am Punkt A und A' und f wieder den Reibungsbeiwert, dann sind die Seitenkräfte bei A (Abb. 24),

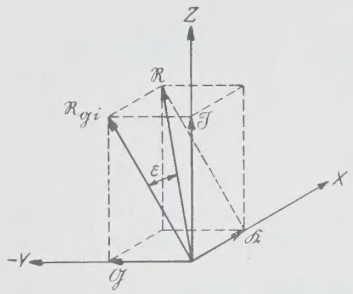


Abb. 23.

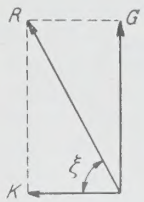


Abb. 24.

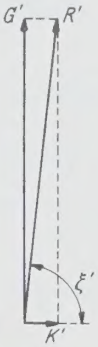


Abb. 25.

Abb. 23. Seitenkräfte der Reibung im Spurkranzdruckpunkt.
Abb. 24. Seitenkräfte der Reibung im Punkt A.
Abb. 25. Seitenkräfte der Reibung im Punkt A'.

$$K = f \,.\, N\,\frac{v_x}{v} = f \,.\, N\cos\xi$$

$$G = f \,.\, N\,\frac{v_y}{v} = f \,.\, N\sin\xi$$

und bei A' (Abb. 25),

$$K' = f \,.\, N'\,\frac{v'_x}{v'} = f \,.\, N\cos\xi'$$

$$G' = f \,.\, N'\,\frac{v'_y}{v'} = f \,.\, N'\,.\,\sin\xi\,.$$

Die Gleichgewichtsbedingungen

Unter der früher gemachten, vereinfachten Voraussetzung, dafs sich das Gleichgewicht eines Radsatzes für sich bestimmen läfst und mit den für die einzelnen an ihm wirksamen Kräfte (Abb. 26) eingeführten Bezeichnungen erhalten die Gleichungen für das Gleichgewicht folgende Form:

1. $\Sigma X = 0: \mathfrak{K} + K + K' = 0.$
2. $\Sigma Y = 0: P + \mathfrak{G} + G + G' - H = 0.$
3. $\Sigma Z = 0: \mathfrak{N}_z + N + N' + \mathfrak{J} - 2Q = 0.$
4. $\Sigma \mathfrak{M}_{xy} = 0: \mathfrak{M} - (-\mathfrak{K} + K + K')\,.\,\frac{s}{2} = 0.$
5. $\Sigma \mathfrak{M}_{xz} = 0: (-\mathfrak{N}_z - \mathfrak{J})\,.\,b + (K + K')\,.\,c - \mathfrak{K}\,.\,a' + \mathfrak{M}_w = 0.$
6. $\Sigma \mathfrak{M}_{yz} = 0: (\mathfrak{N}_z + \mathfrak{J} + N)\,.\,s - H\,.\,r - (P + \mathfrak{G})\,.\,a - Q\,.\,s = 0.$

Der Richtungssinn der Reibungskomponenten ist in den Gleichungen so gewählt, dafs das für die Rechnung einzusetzende Vorzeichen sich aus dem Richtungssinn der Gleitwege ergibt, und zwar ist es jedesmal entgegengesetzt einzuführen.

Dreiräderiges Fahrzeug.

Wir wollen die schwierige Aufgabe, das Gleichgewicht einer in der Krümmung rollenden Achse zu bestimmen, stufenweise in Angriff nehmen.

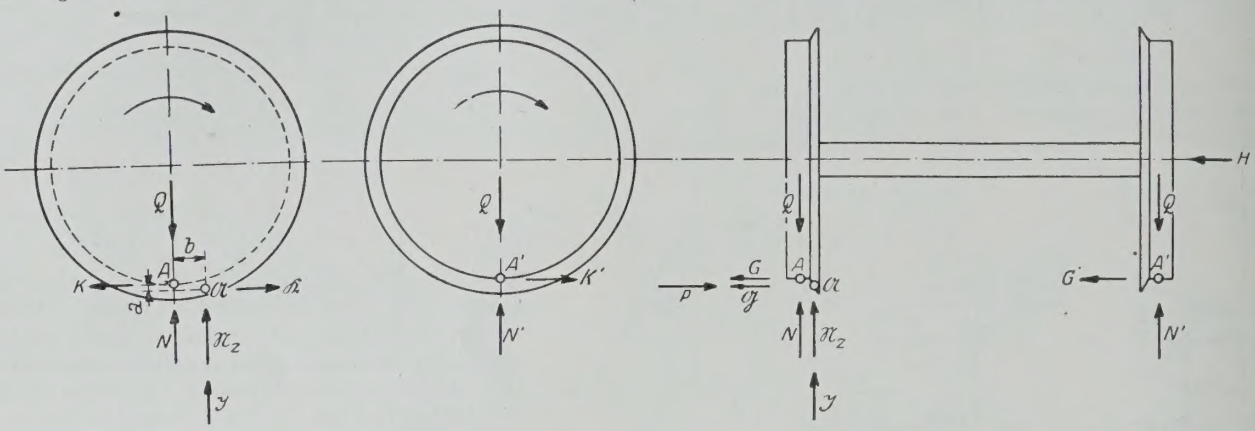


Abb. 26. Sämtliche in die Gleichgewichtsbedingungen eingehenden Kräfte an einer aufsen anlaufenden Achse.

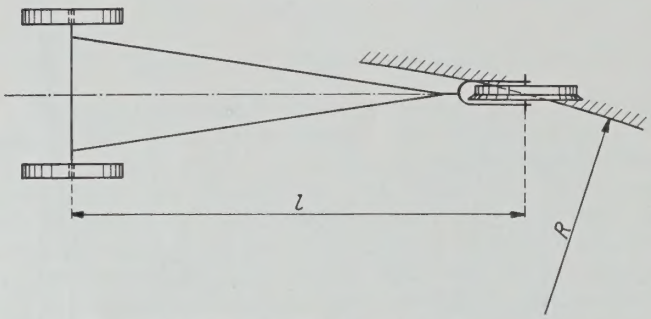


Abb. 27. Dreirädriges Fahrzeug.

Man denke sich zunächst ein dreiräderiges Fahrzeug (Abb. 27), das mit einem mit 2 Q belasteten Spurkranzrad an einer besonderen Mittelschiene führt. Die Hinterachse habe ein loses Rad, so dafs sie ihrer »Wendung« keinen Widerstand entgegensetzt. Im Gleis sei soviel Spiel vorhanden, dafs die Führung zwanglos wird. Der Hauptradius fällt dann in die Hinterachse, die sich also radial einstellt. Das Vorderrad läuft in dieser Stellung unter dem Winkel α gegen die Führungsschiene an. α ergibt sich aus:

$$\alpha = \sin \alpha = \frac{l}{R} = \frac{4{,}5}{180} = 0{,}025$$

$$\alpha = 1^0\ 25'\ 55''.$$

Die Vorverlegung des Spurkranzdruckpunktes $\mathfrak{A}$ wird damit:

$$b = r' \operatorname{tg} \beta \,.\, \alpha = 0.508 \,.\, 1{,}732 \,.\, 0{,}025 = 0{,}022 \text{ m}.$$

Aus den Gleichgewichtsbedingungen läfst sich die Gröfse c nicht durch unmittelbares Auflösen finden, weil sie wiederholt unter dem Wurzelzeichen steht. Man kann deshalb nur so vorgehen, dafs man einen bestimmten Wert für c annimmt und rechnerisch nachprüft ob sämtliche Bedingungen erfüllt sind. Die Rechnung wird dadurch umständlich; um sie sich zu vereinfachen und übersichtlich zu gestalten, tut man gut, eine Tabelle wie etwa nachstehende sich anzulegen. Zweckmäfsig wird man dabei die Werte vorweg bestimmen, die bei derselben Stellung des Fahrzeugs konstant bleiben. Diese sind:

$$v_z \cdot \frac{dt}{d\varphi} = -b \frac{R}{r} = -7{,}92$$

$$v_{yz} \frac{dt}{d\varphi} = \frac{p}{\cos \beta} = 9{,}0.$$

$$v_y \frac{dt}{d\varphi} = v_y \cdot \frac{dt}{d\varphi} = R\,\alpha = p = 4{,}5.$$

$$p^2 = 20{,}25.$$

Mit diesen festen Werten und einem angenommenen c setzt man die oben genannten Gleichgewichtsbedingungen an, wo hier die Kräfte N'; K'; G' und H herausfallen. Durch Probier erhält man Gleichgewicht bei c = 1,09 mm, was zu nachstehe eingetragenen Tabellenwerten führt.

Zusammenstellung 2.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}$	A
$v_x \frac{dt}{d\varphi}$	— 2,485	0,392
$v \frac{dt}{d\varphi}$	9,475	4,52
sin	$\varepsilon = -0{,}2625$	$\xi = 0{,}996$
cos	$\varepsilon = 0{,}965$	$\xi = 0{,}0867$
K ($\mathfrak{K}$)	0,0656 $\mathfrak{N}$	— 0,0217 N
G ($\mathfrak{G}$)	— 0,121 $\mathfrak{N}$	— 0,249 N
J ($\mathfrak{J}$)	0,209 $\mathfrak{N}$	—

Ferner ergibt sich:

$$\mathfrak{N} = 0{,}537\ Q$$
$$N = 1{,}62\ Q$$
$$\mathfrak{M}_w = 0{,}0086414\ Q.$$

Der Krümmungswiderstand dieses Rades und damit ganzen Fahrzeugs, da an der Hinterachse keine Reibung st findet, ist also:

$$W = \frac{\mathfrak{M}_w}{r} = 0{,}017283\ Q = 4{,}32\ \text{kg/t}.$$

Die Reibungskräfte in Q f-Einheiten ausgedrückt sind

Zusammenstellung 3.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}$	A
K [Q f]	0,1408	0,1408
G [Q f]	0,26	1,608
J [Q f]	0,448	—
R [Q f]	0,537	1,62

Die Y-Komponente der Auflagerkraft im Spurkranzdru punkt $\mathfrak{A}$ bildet die Richtkraft. Das führende Rad prefst s so stark gegen seine Schiene an, dafs $\mathfrak{N}_y$ grofs genug wi um das ganze Fahrzeug gegen alle Widerstände gleitend den Reibungsmittelpunkt M zu drehen. Sie ergibt sich zu

$$\mathfrak{N}_y = P = 0{,}466\ Q$$

steht rechtwinklig zum Gleis und nahezu rechtwinklig Fahrzeuglängsachse.

Der Spurkranzdruckpunkt trägt einen Teil der Last führenden Rades und zwar um so mehr, je gröfser der Anla druck und je flacher der Spurkranz ist. Es ist in unserem Fal

$$\mathfrak{N}_z + \mathfrak{J} = (0{,}268 + 0{,}112)\ Q = 0{,}38\ Q.$$

Um diesen Betrag ist der Auflagerdruck N kleiner geword Es ist: $N + (\mathfrak{N}_z + \mathfrak{J}) = (1{,}62 + 0{,}38) = 2\ Q$ (siehe obe

n Punkt $\mathfrak{A}$ entfallen somit 19 v. H. der Belastung des
den Rades.

er Rollkreis erhält vom Rade den Abstand $\Delta R = 0{,}392$ m.
dius des Grundkreises wird dabei um dieses Stück ver-
so dafs er den Wert $R - \Delta R = 179{,}608$ m annimmt.
dessen kann man auch den Rollkreis sich in der

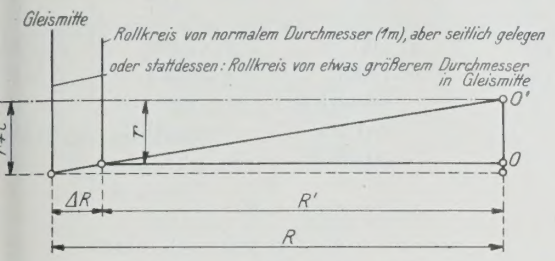


Abb. 28. Lage und Gröfse des Rollkreises.

ne denken (Abb. 28), er würde dann den Halbmesser
= 0,50109 m haben und auf einen Grundkreis mit dem
R abrollen, der in einer Horizontalebene liegt, die um
fs c nach unten verschoben ist.

$v_x = \pi$ m sec^{-1} die auf Seite 335 angegebene Bahn-
ndigkeit, dann erhält man für die Winkelgeschwindig-
r Rollbewegung den Wert:

$$u_y = \frac{\pi}{r + c} = 6{,}28 \text{ sec}^{-1}$$

r die der Wendebewegung:

$$u_z = u_y \cdot \frac{r + c}{R} = 0{,}0175 \text{ sec}^{-1}.$$

a c gegen r vernachlässigt wird, sind u_y und u_z hier
iterhin konstant. Die Seitengeschwindigkeiten, mit der
e Stützpunkte $\mathfrak{A}$ und A gleitend auf den Schienen be-
sind demnach:

$$v_x = -a' \frac{R}{r} \cdot u_z = 0{,}0434 \text{ m sec}^{-1}$$

$$v_y = R\,\alpha \cdot u_z = 0{,}0786 \text{ m sec}^{-1}$$

$$v_z = -b \frac{R}{r} \cdot u_z = 0{,}1382 \text{ m sec}^{-1}$$

$$v_x = c \frac{R}{r} u_z = 0{,}00686 \text{ m sec}^{-1}$$

$$v_y = R\,\alpha\, u_z = 0{,}0786 \text{ m sec}^{-1}$$

sultierende Gleitgeschwindigkeit des Stützpunktes $\mathfrak{A}$ er-
an somit:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = 0{,}166 \text{ m sec}^{-1}$$

s Punktes A

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 0{,}079 \text{ m sec}^{-1}.$$

Abb. 29 sind die in den Auflagerpunkten des führenden
wirkenden Kräfte mafsstäblich veranschaulicht.

Wir können jetzt noch leicht die Reibungsleistung be-
n. Sie ist an den einzelnen Stützpunkten

ungsleistung = Reibungskraft × Gleitgeschwindigkeit

also bei	$\mathfrak{A}$	0,02225 Q	[kg m sec^{-1}]
und	A	0,032 Q	
insgesamt also		0,05425 Q	[kg m sec^{-1}].

er Krümmungswiderstand ergibt sich hieraus, wenn
m sec^{-1} die Bahngeschwindigkeit des Fahrzeugs ist, zu:

$$\frac{\text{Reibungsleistung}}{\text{ahngeschwindigkeit}} = \frac{0{,}05425\,Q}{\pi} = 0{,}01728\,Q = 4{,}32 \text{ kg/t}.$$

Vierrädriger Wagen mit losen Rädern.

ie Verhältnisse werden nur unwesentlich geändert, wenn
hrung des Fahrzeugs statt an einer Mittelschiene an der
schiene erfolgt, wie dies bei einem zweiachsigen Wagen

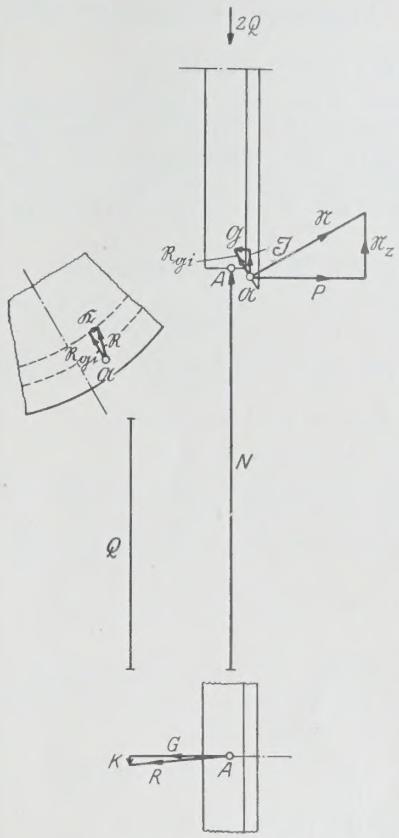


Abb. 29. Dreirädriges Fahrzeug. Lage und Gröfse der Kräfte (mafsstäblich).

der Fall ist, bei dem sämtliche Räder sich voneinander unabhängig drehen können. Wir wollen dabei die zwanglose Führung voraussetzen, also nur das Aufsenrad der Vorderachse als führend annehmen. Der Anlaufwinkel α und die Vorverlegung b des Spurkranzdruckpunktes erhalten dann wieder die gleichen Werte wie vorher. Für die Bewegung des anlaufenden Rades können wir auch hier einen Rollkreis angeben; seine Lage wollen wir im folgenden bestimmen. Der Wendung einer Achse wird nach gemachter Voraussetzung kein Widerstand entgegengesetzt. Am Innenrad der Vorderachse kann somit keine gleitende Bewegung in Längsrichtung erfolgen, nur der durch die Seitenverschiebung bedingte Weg erfolgt unter Gleiten, auf ihm tritt die volle Reibung auf, nämlich $G' = -0{,}25$ Q. Die Gleichungen für das Gleichgewicht lauten dann:

1. $\mathfrak{K} + K = 0$
2. $P + \mathfrak{G} + G + G' = 0$
3. $\mathfrak{N}_z + N + N' + \mathfrak{J} - 2\,Q = 0$
4. $\mathfrak{M} - (-\mathfrak{K} + K) \cdot \frac{s}{2} = 0$
5. $(-\mathfrak{N}_z - \mathfrak{J}) \cdot b - \mathfrak{K} \cdot a' + K \cdot c + \mathfrak{M}_w = 0$
6. $(\mathfrak{N}_z + \mathfrak{J} + N)\,s - (P + \mathfrak{G}) \cdot a - Q \cdot s = 0.$

Führt man die zur Bestimmung der Gleitgeschwindigkeiten und Reibungskräfte an den Auflagerpunkten des führenden Rades dienende Rechnung mit $c = 0{,}00242$ m durch, so erhält man Gleichgewicht. Sie ergibt, wenn berücksichtigt wird, dafs die von c unabhängigen Werte wieder die gleichen sind, wie beim vorhergehend behandelten Beispiel, folgende Werte:

Zusammenstellung 4.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}$	A
$v_x \frac{dt}{d\varphi}$	− 2,016	0,864
$v \frac{dt}{d\varphi}$	9,35	4,58
sin	$\varepsilon = -0{,}219$	$\xi = 0{,}982$
cos	$\varepsilon = 0{,}976$	$\xi = 0{,}189$
K	0,05475 $\mathfrak{N}$	− 0,047 N
G	− 0,122 $\mathfrak{N}$	− 0,2455 N
J	0,211 $\mathfrak{N}$	—

Für die Normaldrücke erhält man:

$$\mathfrak{N} = 0{,}5394\ Q$$
$$N = 0{,}6164\ Q$$

und für $\mathfrak{M}_w = 0{,}00884$ Q,

damit errechnet sich der Krümmungswiderstand des Fahrzeugs zu:

$$W = 0{,}01705\ Q = 4{,}26\ \text{kg/t}.$$

Die Richtkraft hat den Wert 0,467 Q. Ihr entgegen wirken an den Auflagerpunkten des führenden Rades die Reibungsseitenkräfte $\mathfrak{G}$ und G. Die Differenz aus den drei Kräften ergibt die Kraft, die die Schiene umzulegen versucht, von Uebelacker und Heumann mit Führungsdruck bezeichnet. Sie ist

$$Y = P - \mathfrak{G} - G = 0{,}25\ Q \ (\text{also} = Qf).$$

Dieses Ergebnis mufste sich einstellen, da Y gleich dem Gleitwiderstand des anderen Rades, also gleich Qf ist.

Die Lastaufnahme im Spurkranzdruckpunkt wird bei diesem Wagen:

$$\mathfrak{N}_z + \mathfrak{Z} = 0{,}2697\ Q + 0{,}114\ Q = 0{,}3837\ Q.$$

Er trägt somit 19,18 v. H. der Achslast.

Der Abstand des Rollkreises vom anlaufenden Rade beträgt 0,865 m, und von Gleismitte $\Delta R = 0{,}115$ m.

Die Seitengeschwindigkeiten der beiden Stützpunkte sind:

$\mathfrak{v}_x = 0{,}0356$ m sec^{-1} $\quad v_x = 0{,}0151$ m sec^{-1}

$\mathfrak{v}_y = 0{,}0786$ m sec^{-1} $\quad v_y = 0{,}0786$ m sec^{-1},

$\mathfrak{v}_z = 0{,}1382$ m sec^{-1}

so dafs der Spurkranzdruckpunkt mit einer Geschwindigkeit $\mathfrak{v} = 0{,}164$ m sec^{-1} und der Auflagerpunkt A mit einer solchen von $v = 0{,}08$ m sec^{-1} auf der Schiene gleitet.

Die Reibungsleistung ist an den Stützpunkten:

$$\left.\begin{array}{ll} \mathfrak{A} & 0{,}0221\ Q \\ A & 0{,}01235\ Q \\ A' & 0{,}01965\ Q \end{array}\right\} \text{[kg m sec}^{-1}\text{]}.$$

Hieraus errechnet sich der Widerstand bei einer Bahngeschwindigksit des Fahrzeugs von $v_x = \pi$ m sec^{-1} zu:

$$W = \frac{0{,}0541\ Q}{\pi} = 0{,}0172\ Q = 4{,}3\ \text{kg/t}.$$

Vierrädriges Fahrzeug mit hinten losen und vorn festen Rädern.

In dem eben behandelten Falle machten die Vorderräder, abgesehen von dem Einflufs, den der Spurkranz auf das anlaufende Rad ausübt, eine reine Seitenverschiebung. Das ändert sich, sobald sie fest auf der Achse sitzen. Dann treten wegen des Wendens auch Längsgleitungen hinzu. Solange die Hinterräder lose sind, bleibt der Reibungsmittelpunkt, genügendes Spiel im Gleis vorausgesetzt, auf dieser liegen. Die Hinterräder müssen aber, im Gegensatz zu oben, auf den Rahmen jenes Moment ausüben, das die Vorderachse zum Wenden zwingt, die Hinterachse wirkt als »Steuerschwanz«.

Aus den schon auf Seite 340 besprochenen Gründen bleiben die Raddrücke nicht mehr gleich, sobald solche wagrechte Kräfte hinzutreten. Falls man das — theoretisch ganz interessante — Gleichgewicht einer von der Hinterachse gesteuerten Achse bei gleichen Raddrücken untersuchen will, müfste man ein Fahrzeug zugrunde legen, das unendlich kleine Hinterräder hat; dann bleiben alle entscheidenden Kräfte in der Schienenebene.

Sind auch die Hinterräder hoch, so ergibt sich folgende Rechnung. Der Anlaufwinkel α des führenden Rades, die Vorverlegung b des Spurkranzdruckpunktes und die von c unabhängigen Gröfsen erhalten in dieser Stellung des Fahrzeugs dieselben Werte wie bei den vorhergehend behandelten Beispielen (s. S. 342).

Ferner sind die daraus sich entsprechend ergebenden Seitengeschwindigkeiten gleich, sie sind später angeführt. Gleichgewicht erhält man bei $c = 1{,}3$ mm; die damit sich errechnenden Werte sind:

Zusammenstellung 5.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}$	A	A'
$v_x \frac{dt}{d\varphi}$	— 1,66	1,218	— 0,282
$v \frac{dt}{d\varphi}$	9,31	4,67	4,509
sin	$\varepsilon = 0{,}178$	$\xi = 0{,}965$	$\xi' = 0{,}998$
cos	$\varepsilon = 0{,}984$	$\xi = 0{,}261$	$\xi = 0{,}062$
K	0,0445 $\mathfrak{N}$	— 0,065 N	0,015
G	— 0,123 $\mathfrak{N}$	— 0,241 N	— 0,249
J	0,213 $\mathfrak{N}$	—	—

ferner

$$\mathfrak{N} = 0{,}542\ Q$$
$$N = 0{,}614\ Q$$
$$N' = 0{,}9982\ Q$$
$$H = 0{,}0054\ Q$$
$$\mathfrak{M}_w = 0{,}00867\ Q.$$

Für den Krümmungswiderstand erhält man damit

$$W = \frac{\mathfrak{M}_w}{r} = 0{,}01736\ Q = 4{,}34\ \text{kg/t}$$

und für die Reibungskräfte:

Zusammenstellung 6.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}$	A	A'
K [Qf]	0,0965	0,159	0,0621
G [Qf]	0,2665	0,588	0,996
J [Qf]	0,462	—	—
R [Qf]	0,541	0,613	0,9981

Die Kraft H bewirkt an der Hinterachse eine ungl Lastverteilung; es wird der Auflagerdruck

$$N_2 = Q - H \cdot \frac{r}{s} = 0{,}9982\ Q$$

$$\text{und } N'_2 = Q + H \cdot \frac{r}{s} = 1{,}0018\ Q.$$

Die Richtkraft ist:

$$P = 0{,}468\ Q.$$

Der Führungsdruck Y hat den gleichen Angriffspunk die gleiche Richtung wie P. Fände in den Auflagerpu des führenden Rades keine Reibung statt, so würde er gleichen Wert annehmen wie die Richtkraft. Die in de nannten Punkten auftretende Reibung ist aber einer der W stände, der von der Richtkraft zu überwinden ist.

Es ergibt sich für Y

$$Y = P - \mathfrak{G} - G = 0{,}2547\ Q.$$

Die Lastverteilung des führenden Rades auf die b Stützpunkte ist wie folgt:

$$N = 0{,}6145\ Q$$
$$\mathfrak{N}_z + \mathfrak{Z} = 0{,}3873\ Q.$$

Der Spurkranzdruckpunkt trägt also 19,36 v. H. Achslast,

der Punkt A . . . . 30,73 v. H.
der Punkt A' . . . . 49,91 v. H.

Der Abstand des Rollkreises von Achsmitte hat den W

$$\Delta R = 0{,}467\ \text{m}.$$

Will ich ihn in Achsmitte angeben, erhält er den messer $r + c = 0{,}5013$ m und rollt dabei auf einem sprechenden Grundkreis in einer um $c = 0{,}0013$ m pa verschobenen Horizontalebene.

Als Seitengeschwindigkeiten der Auflagerpunkte erhält

Zusammenstellung 7.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}$	A	A′
v_x [m sec^{-1}]	0,02905	0,0213	0,00494
v_y [m cec^{-1}]	0,0786	0,0786	0,0786
v_z [m sec^{-1}]	0,1382	—	—

e bewegen sich also mit der Geschwindigkeit

$$\mathfrak{v} = 0{,}163 \text{ [m sec}^{-1}\text{]},$$
$$v = 0{,}0816 \text{ [m sec}^{-1}\text{]},$$
$$v' = 0{,}0804 \text{ [m sec}^{-1}\text{]},$$

l auf den Schienen.

ist die Reibungsleistung im Punkt

$\mathfrak{A}$ 0,022 Q
A 0,0125 Q
A′ 0,02005 Q
} [kg m sec^{-1}].

für jedes Fahrzeug die gleiche Bahngeschwindigkeit etzten, so ergibt sich hieraus der Widerstand zu:

$$W = \frac{0{,}05455\ Q}{\pi} = 0{,}0174\ Q = 4{,}35 \text{ kg/t}.$$

Gewöhnlicher zweiachsiger Wagen.

ir wollen nun zum gewöhnlichen Fall übergehen und einen agen von 4,5 m Länge untersuchen. Die Abrundung hienenkopfes und die Neigung des Spurkranzflansches wir nach den T.V. annehmen und Abweichungen hier- äter erörtern. Analog dem Vorausgegangenen müfsten n Fall der zwanglosen Führung untersuchen. Da wir ie Lage des Reibungsmittelpunktes hier nicht kennen und ei den verwickelten Verhältnissen der Spurkranzreibung von vornherein bestimmen können, müssen wir einen aren Weg einschlagen. Wir gehen von der strengen g aus und erweitern allmählich die Spur. Bei einer n Lage des Reibungsmittelpunktes (~ 10 cm hinter der chse) zeigt sich dann, dafs die Richtkraft an der Hinter- zu Null geworden, das Fahrzeug also zwanglos geführt ei strenger Führung liegt der Reibungsmittelpunkt in ugmitte.

ür die Bestimmung der in den Berührungspunkten der chse auftretenden Reibungskräfte ist es nötig, sich über wegung dieser Punkte zunächst Klarheit zu verschaffen. s seien $\mathfrak{A}'_2$, A_2 und A'_2 die Stützpunkte auf den Schienen. age des Spurkranzdruckpunktes $\mathfrak{A}'_2$ ist nach den früher ten Beziehungen zu bestimmen. Man wird leicht ein- dafs infolge der Rollbewegung die Gleitwege dieser entsprechend denen einer aufsen anlaufenden Achse bleiben. Die Wendung und seitliche Verschiebung hin- bedingen einen Wechsel der Vorzeichen. Die Wege der Wendebewegung sind für die Punkte $\mathfrak{A}'_2$ und A'_2

$$\mathfrak{v}'_{2x} \cdot dt = v'_{2x} \cdot dt = -\frac{s}{2} \cdot d\varphi.$$

$$v_{2x} \cdot dt = \frac{s}{2} \cdot d\varphi$$

er seitlichen Verschiebung ist der Weg für alle drei e wieder gleich, nur hat er die umgekehrte Richtung,

$$\frac{dt}{d\varphi} = v_{2y} \cdot \frac{dt}{d\varphi} = v'_{2y} \frac{dt}{d\varphi} = -R\,d\varphi \cdot a_2 = -p_2 \cdot d\varphi.$$

Die Seitenwege am Spurkranzdruckpunkt $\mathfrak{A}'_2$ sind also:

$$\mathfrak{v}'_{2x}\,dt = \left(-\frac{s}{2} - a'\frac{R}{r}\right)d\varphi$$
$$\mathfrak{v}'_{2y}\,dt = -p_2 \cdot d\varphi$$
$$\mathfrak{v}'_{2z}\,dt = -b\frac{R}{r} \cdot d\varphi$$

$$\mathfrak{v}'_{2yz}\,dt = \mathfrak{v}'_{2z}\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2\beta} \cdot dt = \frac{p_2}{\cos\beta}\,d\varphi$$

am Auflagerpunkt A_2

$$v_{2x}\,dt = \left(\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)d\varphi$$
$$v_{2y}\,dt = -p_2\,d\varphi$$

und A'_2

$$v'_{2x}\,dt = \left(-\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)d\varphi$$
$$v'_{2y}\,dt = -p_2\,d\varphi.$$

Sie ergeben als resultierende Gleitwege:

$$\mathfrak{v}'_2\,dt = \sqrt{\left(-\frac{s}{2} - a'\frac{R}{r}\right)^2 + \frac{p_2^2}{\cos^2\beta}}\,d\varphi$$
$$v_2 \cdot dt = \sqrt{\left(\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)^2 + p_2^2}\,d\varphi$$
$$v'_2\,dt = \sqrt{\left(-\frac{s}{2} + c\frac{R}{r}\right)^2 + p_2^2}\,d\varphi.$$

Mit ihrer Hilfe lassen sich wieder die Reibungskräfte nach den drei Richtungen X, Y und Z angeben. Man erhält am Stützpunkt $\mathfrak{A}'_2$

$$\mathfrak{K}'_2 = f \cdot \mathfrak{N}'_2 \frac{\mathfrak{v}'_{2x}}{\mathfrak{v}'_2} = f \cdot \mathfrak{N}'_2 \sin\varepsilon'$$
$$\mathfrak{G}'_2 = f \cdot \mathfrak{N}'_{2z} \frac{\mathfrak{v}'_{2yz}}{\mathfrak{v}'_2} = f \cdot \mathfrak{N}'_{2z} \cdot \cos\varepsilon'$$
$$\mathfrak{Y}'_2 = f \cdot \mathfrak{N}'_{2y} \frac{\mathfrak{v}'_{2yz}}{\mathfrak{v}'_2} = f \cdot \mathfrak{N}'_{2y} \cdot \cos\varepsilon'$$

am Stützpunkt A_2

$$K_2 = f \cdot N_2 \frac{v_{2x}}{v_2} = f \cdot N_2 \cos\xi_2$$
$$G_2 = f \cdot N_2 \frac{v_{2y}}{v_2} = f \cdot N_2 \sin\xi_2$$

und A'_2

$$K'_2 = f \cdot N'_2 \frac{v'_{2x}}{v'_2} = f \cdot N'_2 \cos\xi'_2$$
$$G'_2 = f \cdot N'_2 \frac{v'_{2y}}{v'_2} = f \cdot N'_2 \sin\xi'_2.$$

Zur Bestimmung des Gleichgewichts eines an der Innenschiene führenden Radsatzes nehmen die Gleichungen dann folgende Gestalt an (Abb. 30).

1. $\Sigma X = 0$: $\mathfrak{K}'_2 + K_2 + K'_2 = 0$,
2. $\Sigma Y = 0$: $-P'_2 + \mathfrak{G}'_2 + G_2 + G'_2 + H_2 = 0$,
3. $\Sigma Z = 0$: $\mathfrak{N}'_{2z} + N_2 + N'_2 + J'_2 - 2Q = 0$,
4. $\Sigma \mathfrak{M}_{xy} = 0$: $\mathfrak{M}_2 - (\mathfrak{K}'_2 - K_2 + K'_2) \cdot \frac{s}{2} = 0$,
5. $\Sigma \mathfrak{M}_{xz} = 0$: $(-N'_{2z} + \mathfrak{Y}'_2) \cdot b'_2 - \mathfrak{K}'_2 \cdot a' + (K_2 + K'_2) \cdot c_2 + \mathfrak{M}_{w2} = 0$,
6. $\Sigma \mathfrak{M}_{yz} = 0$: $(-N'_{2z} - \mathfrak{Y}'_2 - N'_2) \cdot s + H \cdot r + (P'_2 + \mathfrak{G}'_2) \cdot a + Q \cdot s = 0$.

In ihnen ist das Vorzeichen der Reibungskräfte wieder so eingeführt, dafs das für die Rechnung einzusetzende Vorzeichen auch hier durch den Richtungssinn der Gleitgeschwindigkeiten bedingt ist.

Die beiden Achsen sind in einem Rahmen gelagert und üben aufeinander Rückwirkungen aus. Der Rahmen kann zwischen beiden Achsen aufser der schon früher eingeführten Querkraft H auch ein Moment $\mathfrak{M}$ und eine Längskraft übertragen. Von letzterer sehen wir ab, da sie zum Gleichgewicht nicht notwendig ist. An beiden Achsen erscheinen dann als Unbekannte:

Vorderachse: $\mathfrak{N}_1$ N_1 N'_1 H_1 $\mathfrak{M}_1$ c_1 $\mathfrak{M}_{w1}$,
Hinterachse: $\mathfrak{N}'_2$ N_2 N'_2 H_2 $\mathfrak{M}_2$ c_2 $\mathfrak{M}_{w2}$.

Als weitere für den Rahmen geltende Bedingungsgleichungen hat man für die Lösung:

1. $H_1 = H_2$,

und 2. $H_1 \,.\, l = (-\mathfrak{K}_1 - K_1 + K'_1 + \mathfrak{K}'_2 - K_2 + K'_2) \,.\, \frac{s}{2}$.

In den aufgestellten Gleichgewichtsbedingungen einer Achse kann man die Normalkräfte in den Stützpunkten durch c und H ausdrücken; Gleichung 5 dient lediglich zur Ermittlung des Krümmungswiderstands, kann somit ausscheiden, so dafs die fünf Gleichungen durch eine mit den unbekannten Werten c und H ersetzt werden können. In unserem Fall würde man so zu zwei Gleichungen mit den Werten c_1 und H_1 für die Vorderachse und c_2 und H_2 für die Hinterachse gelangen. Da im Gleichgewichtsfall $H_1 = H_2$ ist, mufs sich aus ihnen ein Paar zusammengehöriger c-Werte ermitteln lassen, die ein gleiches H ergeben und die Gleichung $H_1 \,.\, l = (-\mathfrak{K}_1 + K'_1 - - K_1 + \mathfrak{K}'_2 - K_2 + K'_2) \frac{s}{2}$ erfüllen. Diese Methode der Rechnung würde oft sehr langwierig sein, man gelangt schneller zum Ziel, wenn man die zueinander passenden c- und H-Werte nach folgendem graphischen Verfahren bestimmt.

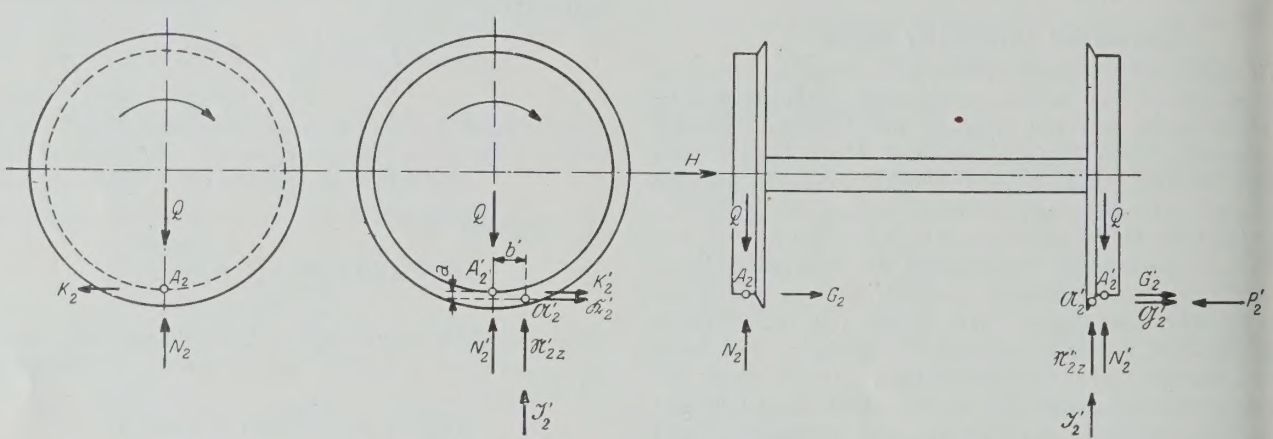


Abb. 30. Sämtliche in die Gleichgewichtsbedingungen eingehenden Kräfte an einer innen verlaufenden Achse.

Aus den Gleichgewichtsbedingungen einer jeden Achse errechnet man für verschiedene c-Werte z. B. c = 0,9; 1,2 und 1,5 mm, da es meist innerhalb dieser Grenzen liegt, das zugehörige H und trägt es wie in Abb. 31 in Abhängigkeit von c auf. In Abb. 32 trägt man in Abhängigkeit von c das Moment $H_1 \,.\, l$ und das sich aus Gleichung 4) für jede Achse ergebende Moment der X-Reibungskomponenten auf. Die beiden Reibungsmomente hat man zu addieren und erhält für den Wagen die resultierende X-Reibungsmomentenkurve. Ihr Schnittpunkt mit der $H_1 \,.\, l$-Kurve liefert das für Gleichgewicht richtige c der Vorderachse, da in diesem Punkt die Bedingung:

$$H_1 \,.\, l = (-\mathfrak{K}_1 - K_1 + K'_1 + \mathfrak{K}'_2 - K_2 + K'_2) \,.\, \frac{s}{2}$$

erfüllt wird. Es bleibt noch c_2 für die Hinterachse anzugeben übrig. Man erhält es, wenn man in der ersten Abbil das eben gefundene c_1 mit der H_1-Kurve zum Schnitt b und von hier aus parallel zur Abszissenachse zur H_2-Kurve Zur Bestimmung der in den Auflagerpunkten wirkenden No und Reibungskräfte hat man jetzt nur noch die Rechnung den auf graphischem Wege erhaltenen c- und H-Werten d zuführen. Sie ist im folgenden für die oben genannte Ste des Fahrzeugs im Gleis wiedergegeben:

Graphisch erhält man für die Vorderachse $c_1 = 0{,}001$ die Hinterachse $c_2 = 0{,}00097$ m und $H_1 = H_2 = 0{,}04$ Die von den beiden Gröfsen c_1 und c_2 unabhängigen V sind für die Vorder- und Hinterachse entsprechend gleich beide Achsen unter dem gleichen Winkel α anlaufen.

$$\sin \alpha = \alpha = \frac{4{,}5}{360} = 0{,}0125.$$

$$\alpha = 0^0\,43'.$$

Die Vorverlegung der Spurkranzdruckpunkte $\mathfrak{A}_1$ und

also $b_1 = b'_2 = 0{,}0125 \frac{0{,}508}{0{,}577} = 0{,}011$ m,

ferner

$$\mathfrak{v}_{1z} \frac{dt}{d\varphi} = \mathfrak{v}'_{2z} \frac{dt}{d\varphi} = -b \frac{R}{r} = -3{,}96$$

$$\mathfrak{v}_{1yz} \frac{dt}{d\varphi} = \mathfrak{v}'_{2yz} \frac{dt}{d\varphi} = \frac{p}{\cos \beta} = 4{,}50$$

$$\mathfrak{v}_{1y} \frac{dt}{d\varphi} = \mathfrak{v}'_{2y} \frac{dt}{d\varphi} = p = 2{,}25$$

Die wie bei den früheren Beispielen in einer Ta angegebenen mit c veränderlichen Werte sind für die Vo und Hinterachse aus Zusammenstellung 8 zu ersehen:

Durch Auflösen der Gleichgewichtsbedingungen fü Vorder- und für die Hinterachse findet man:

$\mathfrak{R}_1$	= 0,568 Q	$\mathfrak{R}'_2$	= 0,557 Q
N_1	= 0,617 Q	N'_2	= 0,637 Q
N'_1	= 0,984 Q	N_2	= 0,986 Q
$\mathfrak{M}_{w1}$	= 0,004 794 Q	$\mathfrak{M}_{w2}$	= 0,009 486 Q.

Zusammenstellung 8.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}_1$	A_1	A'_1	$\mathfrak{A}'_2$	A_2	A'_2
$v_x \frac{dt}{d\varphi}$	− 1,63	1,246	− 0,254	− 3,29	1,1	− 0,4
$v \frac{dt}{d\varphi}$	4,83	2,57	2,268	5,63	2,5	2,285
sin	$\varepsilon_1 = -0{,}336$	$\xi_1 = 0{,}875$	$\xi'_1 = 0{,}994$	$\varepsilon'_2 = -0{,}581$	$\xi_2 = 0{,}899$	$\xi'_2 = 0{,}98$
cos	$\varepsilon_1 = 0{,}942$	$\xi_1 = 0{,}484$	$\xi'_1 = -0{,}112$	$\varepsilon'_2 = 0{,}813$	$\xi_2 = 0{,}439$	$\xi'_2 = -0{,}17$
K	0,084 $\mathfrak{R}_1$	− 0,121 N_1	0,028 N'_1	0,145 $\mathfrak{R}'_2$	− 0,1097 N_2	0,04
G	− 0,118 $\mathfrak{R}_1$	− 0,219 N_1	− 0,2485 N'_1	0,102 $\mathfrak{R}'_2$	− 0,2247 N_2	0,24
J	0,204 $\mathfrak{R}_1$	—	—	0,176 $\mathfrak{R}'_2$	—	—

Zu den Normaldrücken in den Auflagerpunkten kann man auf graphischem Wege gelangen, wenn man in Abhängigkeit von c die bei der voraufgegangenen Rechnung zur Bestimmung der Größen c_1 und c_2 für Gleichgewicht ermittelten Werte für $\mathfrak{N}_1$, N_1, usw. aufträgt und die entsprechenden Kurven dann mit den in Abb. 31 erhaltenen c-Werten zum Schnitt bringt (Abb. 33).

$$\mathfrak{N}_{1z} + \mathfrak{Z}_1 = 0{,}284\ Q + 0{,}116\ Q = 0{,}4\ Q$$
$$N_1 = 0{,}616\ Q$$
$$N'_1 = 0{,}984\ Q$$

und die der Hinterachse:

$$\mathfrak{N}'_{2z} + \mathfrak{Z}'_2 = 0{,}279\ Q + 0{,}098\ Q = 0{,}377\ Q$$
$$N_2 = 0{,}985\ Q$$
$$N'_2 = 0{,}638\ Q.$$

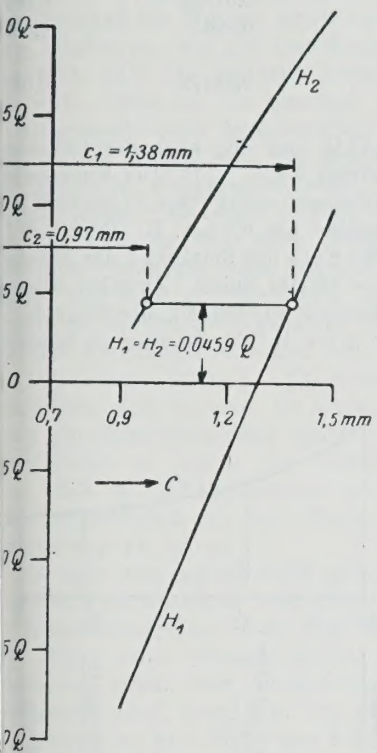


Abb. 31.

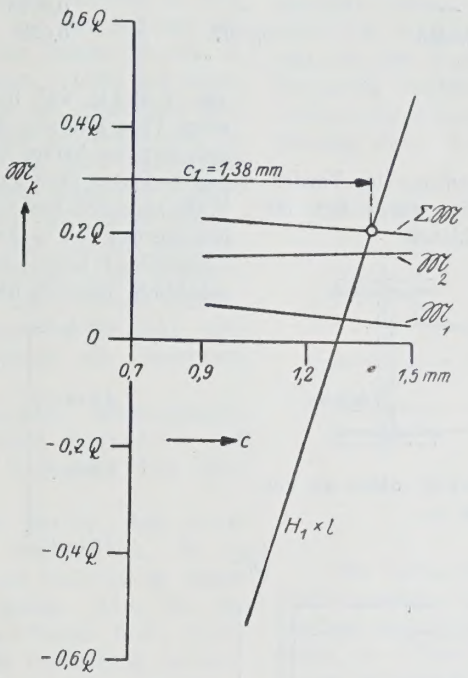


Abb. 32.

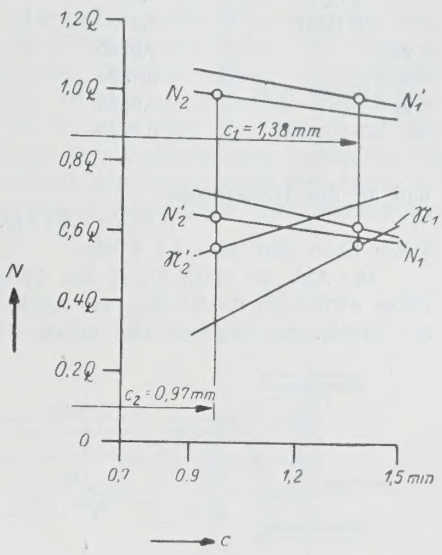


Abb. 33.

Graphische Ermittlung der zusammengehörigen Werte von c_1, c_2 und H.

Graphische Ermittlung der Normalkräfte.

Im Krümmungswiderstand hat jeder Radsatz seinen Anteil ist von der Vorderachse:

$$W_1 = \frac{\mathfrak{M}_{w1}}{r} = 0{,}009\,588\ Q = 2{,}397\ \text{kg/t}$$

der Hinterachse

$$W_2 = \frac{\mathfrak{M}_{w2}}{r} = 0{,}009\,486\ Q = 2{,}3715\ \text{kg/t},$$

daran als Gesamtwiderstand $W = 0{,}019\,074\ Q = 4{,}7685$ kg/t

Die beiden Richtkräfte P_1 und P'_2, die das Fahrzeug alle Widerstände gleitend um den Reibungsmittelpunkt treiben, liegen etwas unterhalb der Schienenkopfebene und greifen in den Spurkranzdruckpunkten $\mathfrak{A}_1$ und $\mathfrak{A}'_2$ an. Ihre Richtung ist wie früher rechtwinklig zum Gleis und um den Spurwinkel α einer jeden Achse von der Senkrechten auf die Fahrzeuglängsachse abweichend. Es ist:

$$P_1 = 0{,}491\ Q$$
$$\text{und } P'_2 = 0{,}483\ Q.$$

Dadurch werden die Führungsdrücke, die tatsächlich vom Fahrzeug auf die Schiene wirkenden Kräfte:

$$Y_1 = 0{,}2835\ Q$$
$$Y'_2 = 0{,}2687\ Q.$$

Jede Größe der Richtkraft bedingt bereits eine bestimmte Aufteilung der Belastung des anlaufenden Rades durch den Spurkranzdruckpunkt. In unserem Fall verteilt sich die Last der Vorderachse wie folgt auf ihre Stützpunkte:

Es trägt also der Spurkranzdruckpunkt $\mathfrak{A}_1$ 20,0 v. H. der Achslast
der Auflagerpunkt A_1 30,8 v. H.
und Punkt A'_1 49,2 v. H.

und an der Hinterachse entsprechend:

Punkt $\mathfrak{A}'_2$ 18,9 v. H.
Punkt A_2 49,2 v. H.
und Punkt A'_2 31,9 v. H.

Die in den Stützpunkten beider Achsen auftretenden Reibungskräfte sind ebenso wie die Gleitgeschwindigkeiten dieser Punkte aus Zusammenstellung 9 auf Seite 348 zu entnehmen.

Aus den Reibungskräften und Gleitgeschwindigkeiten die Reibungsleistung in den einzelnen Stützpunkten errechnet, ergibt für den Punkt

$$\left.\begin{array}{l} \mathfrak{A}_1\ 0{,}012\ Q \\ A_1\ 0{,}00697\ Q \\ A'_1\ 0{,}00976\ Q \\ \mathfrak{A}'_2\ 0{,}0137\ Q \\ A_2\ 0{,}0108\ Q \\ A'_2\ 0{,}00642\ Q \end{array}\right\} [\text{kgm sec}^{-1}]$$

und als Gesamtreibungsleistung $0{,}05965\ Q$ kgm sec^{-1}.

Hieraus ergibt sich wie früher der Widerstand zu:

$$W = \frac{0{,}05965\ Q}{\pi} = 0{,}01904\ Q = 4{,}76\ \text{kg/t}.$$

Der Rollkreisabstand von Achsmitte ist an der Vorderachse

$$\Delta R_1 = 0{,}497\ \text{m}$$

Zusammenstellung 9.

Stützpunkte	$\mathfrak{A}_1$	A_1	A'_1	$\mathfrak{A}'_2$	A_2	A'_2
K [Q f]	0,191	— 0,298	0,11	0,323	— 0,432	0,112
G [Q f]	— 0,267	— 0,54	— 0,975	0,227	0,884	0,626
J [Q f]	0,462	—	—	0,392	—	—
R [Q f]	0,568	0,617	0,985	0,557	0,985	0,637
v_x	0,0285	0,0218	0,00444	0,0576	0,01925	0,00707
v_y [m sec -1]	0,0394	0,0394	0,0394	0,0394	0,0394	0,0394
v_z	0,0693	—	—	0,0693	—	—
v	0,0845	0,0453	0,0397	0,0985	0,04375	0,0404

und an der Hinterachse

$$\Delta R_2 = 0{,}349 \text{ m}.$$

Diese Lage gibt Abb 34 wieder.

Die Abb. 35 stellt die in den Auflagerpunkten der Vorderachse wirkenden Kräfte dar, ein ähnliches Bild würde sich für die Hinterachse ergeben also nichts Neues bieten.

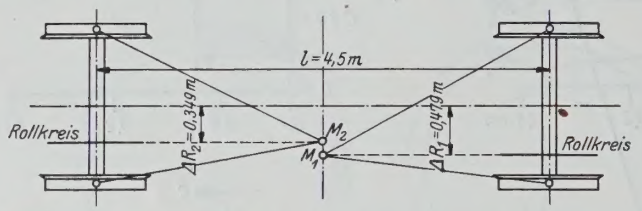


Abb. 34. Lage des Rollkreises bzw. Reibungsmittelpunktes an der vorderen und hinteren Achse.

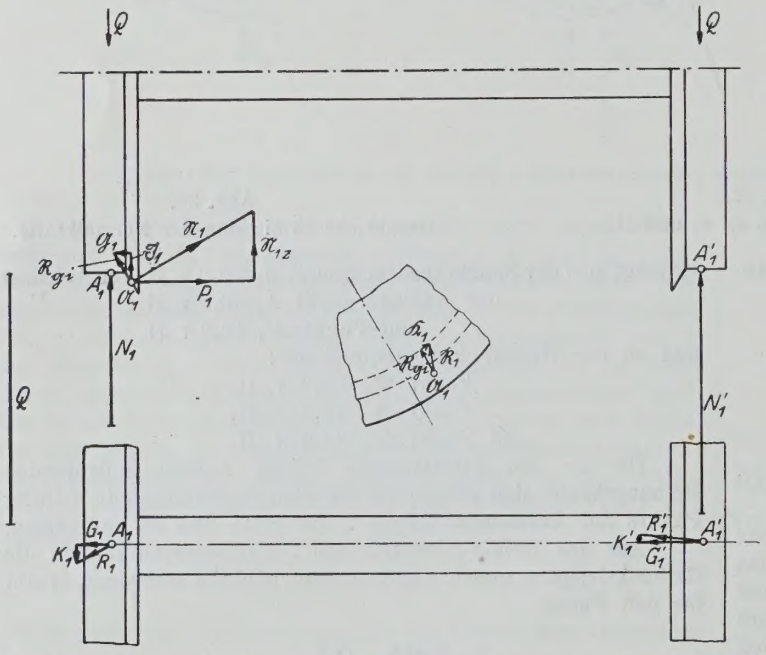


Abb. 35. Lage und Gröfse der Kräfte an der vorderen Achse (mafsstäblich).

Wenden wir uns nunmehr dem Fall zu, wo die Gleiskurve Spiel hat. Bei bekannter Lage des Reibungsmittelpunktes kann man bei Ermittlung der gesuchten Gröfsen in gleicher Weise vorgehen wie bei strenger Führung. Die zwanglose Führung ergibt sich als Grenzfall.

In Abb. 36 sind in Abhängigkeit von der Lage des Reibungsmittelpunktes zwischen strenger und zwangloser Führung des Wagens die beiden Richtkräfte, Führungsdrücke und der Krümmungswiderstand aufgetragen. Die Richtkraft der Hinterachse nimmt immer mehr ab und erreicht im Fall der zwanglosen Führung den Wert Null. An der Vorderachse steigt sie von 0,491 Q auf 0,548 Q, mit ihr auch der Führungsd seine Vergröfserung beträgt 16,95 v. H. Der Kurvenwider zwischen den beiden Grenzlagen steigt von 4,77 kg/t auf 5,09 das bedeutet eine Zunahme um 6,75 v. H. Praktisch lieg Wahl zwischen Normalspur (11 mm Spiel) und der üblichen erweiterung (11 + 28 = 39 mm Spiel). Zwischen diesen i Unterschied beim Krümmungswiderstand allerdings nicht erheblich, nämlich nur 2,2 v. H. Es ist aber zu beachten,

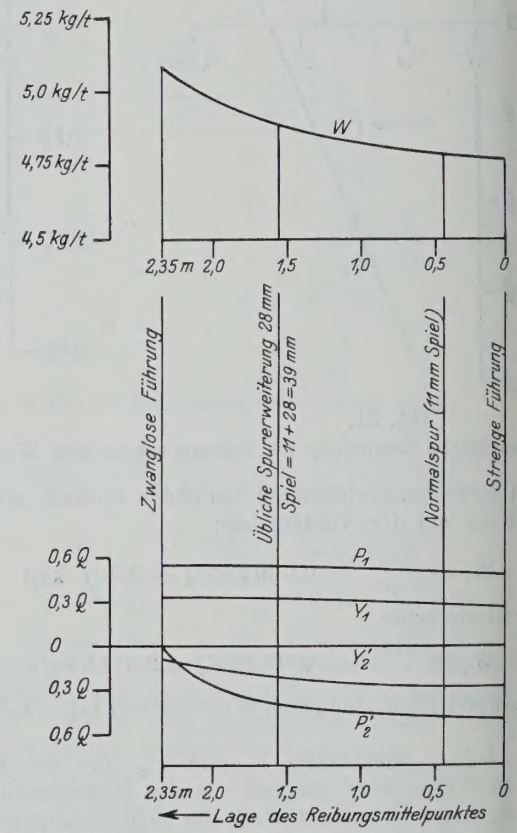


Abb. 36. Zunahme des Krümmungswiderstandes und vorderen Führungsdruckes mit Erweiterung der Spu (R = 180 m).

der Unterschied im Führungsdruck noch immer 10,2 beträgt, und dementsprechend die Abnutzung in höherem die Aufsenschiene belastet.

Wir erkennen also bei Vergröfserung der Spurwei Ungünstigerwerden der Verhältnisse hinsichtlich der Abnu von Spurkranz und Schienenkopf und eine Zunahme Krümmungswiderstandes.

Schlufsfolgerung.

Es ist im Vorstehenden streng bewiesen, dafs ein langes Fahrzeug bei neuen Rädern und Schienen in

Bogen in Normalspur mit weniger Widerstand läuft als urerweiterung. Um zu erkennen, ob die Abschaffung urerweiterung allgemein vorteilhaft ist, müfste man sehr Fahrzeuge unter verschiedenen Bedingungen untersuchen. ann aber doch ziemlich sichere Schlüsse aus dem obigen nis ziehen. Es ist nach dem ganzen Rechnungsgang h, dafs sich die Verhältnisse bei anderen Fahrzeugen grundsätzlich ändern. Möglich wäre allerdings, dafs das reten starker Zugkräfte in der Kupplung eine Änderung führt. Bei starker Spurerweiterung und entsprechender gangstellung des Wagens greift die Kupplung unter einem en Winkel an, was auf den Wagen ein Moment in dem ausübt, dafs die führende Achse von der Schiene ab- n wird. Dies ist ein Umstand, den schon Frank in Widerstandsformel berücksichtigt hat. Auch bei einem geführten Wagen wird nun freilich das anlaufende Rad er ziehenden Kupplung entlastet, aber möglicherweise in erem Mafse. Es wäre deshalb nicht ganz unmöglich, n dem vorderen Teil stark gezogener Züge der Wider- bei Spurerweiterung etwas geringer ist. Die ganze Wagen- stellt sich dann gewissermafsen so ein, dafs die ziehende otive die Drehgleitbewegung der Wagen zu einem gewissen it den Kupplungen vollzieht, ohne entsprechende Zuhilfe- der Schienenführung. Es erscheint aber nicht sehr heinlich, dafs dadurch im Durchschnitt ein Überschufs ten der Spurerweiterung bleibt.

Mindestens ist durch die vorstehenden Betrachtungen en, dafs es im allgemeinen durchaus unschädlich und alls ungefährlich ist, mit Wagen in einem Gleis ohne weiterung zu fahren.

Es mufs aber ausdrücklich gesagt werden, dafs damit gröfsere Lokomotiven noch nichts bewiesen ist. Es ist r anzunehmen, dafs auch von ihnen viele besser durch n Bogen ohne Spurerweiterung gehen. Aber da die hältnisse schon beim zweiachsigen Wagen nicht leicht übersehen sind, kann man sich eine Vorstellung machen, schwierig sie bei vielrädrigen Fahrzeugen liegen. Jeden- ls können Schritte zur Verringerung der Spur- weiterung nur dann mit Aussicht auf Erfolg nacht werden, wenn man die in Betracht mmenden Fahrzeuge genau berechnet hat. dernfalls ist es möglich, dafs die Verringe- ng einmal günstig, ein andermal ungünstig kt, und dafs im Ganzen ein unklares und eifelhaftes Bild entsteht.

Es ist von Interesse, die Untersuchungen noch in gewissen ngen fortzusetzen. Zunächst ist nach denselben Methoden veiachsiger Wagen mit sehr scharf gelaufenen Spurkränzen Abb. 37 berechnet worden. Er ergibt einen Krümmungs- tand von einem streng geführten Fahrzeug in einer Kurve mit 180 m Halbmesser von 10,04 kg/t. Eine bedeutende Zunahme durch die Spurkranzreibung macht sich bereits bemerkbar; denn infolge des steilen Flansches ist die Vorverlegung des Spurkranzdruckpunktes sehr grofs geworden und mit ihr auch das Widerstandsmoment $\mathfrak{M}_w$ einer führenden Achse.

Ferner ist die Einpunktberührung untersucht worden, die bekanntlich Heumann und Uebelacker ihren Untersuchungen zugrunde gelegt haben. Sie kann eintreten bei entsprechend scharfer Ausrundung des Schienenkopfes und schwacher Ausrundung der Hohlkehle des Rades. Sie ist durch allmähliches Verändern der Flanschneigung als Grenzfall ermittelt worden und gibt bei strenger Führung einen Widerstand von 3,52 kg/t. Das ist angenähert der Widerstand, der sich aus der Rechnung mit Druckrollenführung ergibt, da die Bewegung des Spurkranzdruckpunktes auf einer sich stark der horizontalen Ebene nähernden Fläche erfolgt. Für Druckrollenführung ist er 3,27 kg/t.

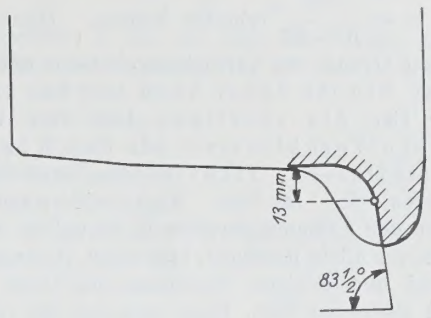


Abb. 37. Stark ausgelaufener Spurkranz.

Der Verfasser ist sich wohl bewufst, dafs die vorstehenden Untersuchungen noch einer gewissen wissenschaftlichen Abrundung entbehren. Er hält es aber für geraten, sie doch schon der Öffentlichkeit zu übergeben, weil der Stoff zur Zeit grofse Bedeutung hat. Manche Zwischenbeweise mufsten ausgelassen werden. Eine vollständige Darstellung der Kurvenbewegung läfst sich nur im Rahmen eines Lehrbuches geben. Es wäre zu wünschen, dafs sich bald jemand für diese Aufgabe findet; ohne Mitwirkung eines Mechanikers vom Fach wird sie allerdings kaum zu lösen sein. Mir scheinen namentlich die Betrachtungen über die Freiheitsgrade der Achse noch einer Ergänzung bedürftig.

Die in der Arbeit enthaltenen Berechnungen sind mehrfach und unabhängig voneinander durchgeführt, so dafs ihre Richtigkeit in allem Wesentlichen verbürgt ist. Den Herren Dipl.-Ing. Haas und Becker, die sich dieser Arbeit unterzogen haben, sei auch an dieser Stelle der gebührende Dank ausgesprochen.

Literaturzusammenstellung zu dem Gedenkwort für Richard von Helmholtz.

) Gaiser, Die Crampton-Lokomotive, S. 29.
) Organ 1885, S. 30.
) Lotter, Handbuch zum Entwerfen regelspuriger Dampflokomotiven, S. 213, Abb. 96.
) Organ 1897, S. 91, Taf. 11, 12.
) Organ, X. Erg.-Band, S. 34; Organ 1896, S. 112, 138.
) Z. d. V. d. I. 1888, S. 330, 353; Organ 1888, S. 206.
) Organ 1897, S. 203.
) Organ 1889, S. 16.
) Organ 1896, S. 252.
[10]) Organ 1901, S. 30.
[11]) Organ 1922, S. 14, 214; 1925, S. 74; 1926, S. 328.
[12]) Organ 1899, S. 1.
[13]) Die Lokomotive 1906, S. 110.
[14]) Heusinger, 1. Aufl., Taf. 39, Abb. 10.
[15]) Organ 1925, S. 523.
[16]) Z. d. V. d. I. 1906, S. 1180.
[17]) Igel, Handbuch, S. 578.
[18]) Z. d. V. d. I. 1911, S. 1015; Die Lokomotive 1921, S. 77.

Untersuchungen über den Kurvenwiderstand von Eisenbahnfahrzeugen*).

Von Dr. Ing. **M. Louis.**

Hierzu Tafel 36 und 37.

Einleitung.

Die Versuche, den Widerstand von Eisenbahnfahrzeugen in der Kurve rechnerisch zu bestimmen, sind fast ebenso alt wie die Eisenbahn selbst. Die bisherigen theoretischen Ergebnisse sind aber entweder zu verwickelt, als dafs sie für die Praxis Bedeutung gewinnen könnten, oder sie fufsen auf so groben und oft gänzlich unzutreffenden Annahmen, dafs sie unbrauchbar sind. Sie weichen auch infolgedessen untereinander so erheblich ab, dafs sie nicht das nötige Vertrauen für den praktischen Gebrauch finden konnten. Daher hat sich bis heute die Röcklsche Formel in der Form $w = \frac{650}{R - 55}$ erhalten können. Diese Formel ist aufgestellt auf Grund von Versuchsergebnissen mit Wagen von 3 m Radstand. Sie ist daher auch nur für solche und auch nur für die sonstigen bei den Versuchen vorhandenen Verhältnisse, die den Kurvenwiderstand beeinflussen, richtig. Sie berücksichtigt von allen Faktoren, die für den Kurvenwiderstand in Frage kommen, nur den Krümmungsradius R, bezüglich der sonstigen Faktoren, wie vor allem Radstand, Spurweite, Reibungskoeffizient zwischen Rad und Schiene, Spielraum im Gleis, Form von Schiene und Radreifen usw., tappt man mit ihr vollständig im ungewissen. Es ist nun der Zweck der vorliegenden Untersuchung, den Kurvenwiderstand auf Grund der tatsächlich auftretenden mechanischen Vorgänge für den theoretischen Fall des Beharrungsstandes und stofsfreien Kurvenlaufs festzustellen, desgleichen die Gröfse des Einflusses der verschiedenen in Betracht kommenden Faktoren. Sodann ist der Widerstand an einer gröfseren Zahl von Fahrzeugen (Wagen und Lokomotiven) zahlenmäfsig für verschiedene Kurvenradien errechnet und in Schaulinien dargestellt. Ferner ist dann noch untersucht, ob und inwieweit die Ergebnisse durch eine Formel ausgedrückt werden können, bzw. ob die Aufstellung einer verallgemeinerten Gleichung für den Kurvenwiderstand möglich ist.

Der Kurvenwiderstand eines führenden Rades.

Die Kurvenläufigkeit kommt dadurch zustande, dafs die führenden Räder im Geradeauslauf an der Schiene um ein gewisses Mafs hochsteigen. Hierbei geht der Stützpunkt der anlaufenden Räder von der Lauffläche auf die Hohlkehle über. Ist die Neigung α der Tangente im Berührungspunkte (Textabb. 1) grofs genug geworden, so gleitet das Rad infolge des Raddruckes Q an der Schiene ab und dreht dadurch das Fahrzeug wieder in die Kurve hinein. Die hierbei geleistete Arbeit des führenden Rades dient zur Deckung der am Fahrzeug auftretenden Reibungswiderstände zwischen den Rädern und der Schiene. Die Bewegung eines Radsatzes in der Kurve setzt sich zusammen aus einer Rollbewegung in Fahrzeuglängsachse und einer Gleitbewegung um einen Punkt M, dem »Reibungsmittelpunkt« (Textbb. 2). Diese Verhältnisse, insbesondere die zur Festlegung des »Reibungsmittelpunktes« führenden Zusammenhänge, sind zuerst von Uebelacker dargelegt worden im »Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens«, Beilage 1903. Die hierbei an den Rädern auftretenden Reibungskräfte sind $N.\mu$, wenn N den Normaldruck, μ den Reibungskoeffizient bedeutet; μ wird für alle Räder im folgenden stets gleich grofs angenommen. Von der konischen Form der Radreifen wird nun wie überhaupt bei allen späteren Untersuchungen abgesehen, da sie doch schon nach kurzer Betriebszeit nicht mehr vorhanden Es ist dann bei nicht anlaufenden Rädern $N = Q$, wenn Q Radlast bedeutet. Bei einem anlaufenden Rad ist N Resultierende aus Radlast Q, Schienendruck Y, wobei unte die wagrechte Kraft in Richtung der Achse verstanden mit der das Rad gegen die Schiene gedrückt wird, und Reibungskraft $N.\mu$. An Stelle der Reibungskräfte wird im folgenden stets mit ihren Komponenten in Richtung der Fahrzeuglängsachse und in dazu senkrechter Richtung gerechnet. Mit den Bezeichnungen der Textabb. 2 sind dann am inneren Vorderrad die Reibungskräfte $Q_1\mu\cos\beta_1$ und $Q_1\mu\sin\beta_1$, wenn der Index die Achse bezeichnet, von vorne gezählt. Bezüglich der Vorzeichen wird die Festsetzung getroffen, dafs der Koordina mittelpunkt in Mitte der Radachse liegt, und zwar gelten Kräfte und Strecken in Fahrtrichtung und radial nach au als positiv, desgleichen Momente im Uhrzeigerdrehsinn. Vorzeichen für β braucht nicht eingeführt zu werden, v ein für allemal festgestellt wird, dafs die Komponenten $Q\mu$

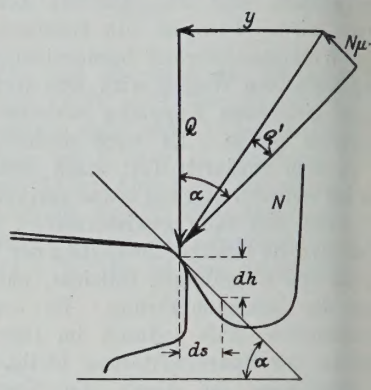


Abb. 1.

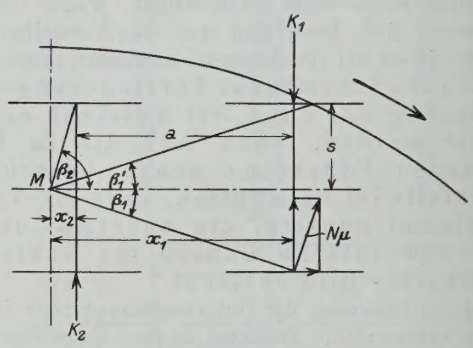


Abb. 2.

für die beiden Räder einer Achse gleichgerichtet, die K ponenten $Q\mu\sin\beta$ stets entgegengerichtet sind und ein negat Moment bilden. Am anlaufenden Rad findet das Gleiten einer unter dem Winkel α geneigten Ebene statt. Die Reibu kraft ist $N.\mu$. Ihre Richtung schliefst, da sie um β_1' der Achsrichtung abweicht, mit der Horizontalen einen Wi ein, der etwas von α abweicht. Die horizontale Kompon der Reibungskraft in Richtung der Fahrzeuglängsachse genügend genau gleich $Q\mu\sin\beta_1'$ gesetzt werden, was eben in der bereits angezogenen Abhandlung von Uebelac näher dargelegt ist. Das Gleichgewicht der Kräfte in Fa richtung ist allgemein:

$$Q\mu\sin\beta - Q\mu\sin\beta' \pm Z = 0.$$

$+Z$ gilt für ungebremste Laufachsen und stellt den Lauf- Kurvenwiderstand dar. Es ist aber so klein gegen die Reibu kräfte, dafs es ~ 0 gesetzt werden kann. Das bedeutet $\sin\beta' = \sin\beta$, oder M liegt auf der Radsatzmittellinie. gilt auch für anlaufende Achsen, da der Spurkranz über

*) Der Aufsatz ging uns schon vor längerer Zeit zu, konnte jedoch wegen Raummangels erst jetzt Aufnahme finden.

Textabb. 2) ebenfalls vernachlässigt werden kann. Anders
en ist der Sachverhalt bei einer Triebachse, die einen
– Z aufnehmen mufs. Hierbei ist die Verschiebung aus
tzmitte zu berücksichtigen. Die unter Vermittlung des
ens auf das anlaufende Rad drückenden Reibungskräfte
den Schienendruck

$$Y = Q \operatorname{tg}(\alpha - \varrho') \quad \text{Gl. 1)}$$

(vergl. Textbb. 1), wobei $\operatorname{tg}\varrho' = \operatorname{tg}\varrho \cos\beta = \mu\cos\beta$ ist.
Durchlaufen der Kurve mufs aufser dem Schienendruck Y
noch die in der Richtung von Y liegende Reibungskraft-
nente $Q\mu\cos\beta$ des anlaufenden Rades überwunden werden.
Gesamtkraft $Y + Q\mu\cos\beta$ wird von der im folgenden
Richtkraft« bezeichneten Kraft K überwunden. In Ein-
$Q\mu$ ausgedrückt (entsprechend den Reibungskräften)
sich dann

$$Y + Q\mu\cos\beta = -K = -mQ\mu$$
$$Y + Q\operatorname{tg}\varrho\cos\beta = -mQ\operatorname{tg}\varrho \quad \text{Gl. 2)}$$

Gl. 1 und 2 folgt dann

$$Q\operatorname{tg}(\alpha - \varrho') = -mQ\operatorname{tg}\varrho - Q\operatorname{tg}\varrho\cos\beta$$
$$\operatorname{tg}(\alpha - \varrho') = -\operatorname{tg}\varrho\,(m + \cos\beta),$$

s
$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\varrho\,\frac{-m}{1 + \operatorname{tg}^2\varrho\,(m + \cos\beta)\cos\beta} \quad \text{Gl. 3)}$$

läuft ein Fahrzeug ein Bogenelement $d\varphi$, so wird hierbei
nlaufende Rad durch die Widerstandskraft W um dh
en. Die geleistete Arbeit ist $Q \cdot dh = WR \cdot d\varphi$. Hierauf
t Abgleiten von Q um dh. Die geleistete Arbeit ist (mit den
hnungen der Textabb. 1 und 2) $Q \cdot dh = Q \cdot ds \cdot \operatorname{tg}\alpha =$
$\operatorname{tg}\alpha \cdot (-x) \cdot d\varphi$, wenn $(-x)$ den Abstand der Achse
Reibungsmittelpunkte bezeichnet. Es wird x negativ
men, damit Q bei dem als positiv angenommen Y eine
e Arbeit leistet, d. h. eine Drehung des Fahrzeugs im
der Kurve. Also ist

$$W \cdot R \cdot d\varphi = Q \cdot \operatorname{tg}\alpha\,(-x)\,d\varphi$$
$$W = \frac{Q\operatorname{tg}\alpha\,(-x)}{R} \quad \text{Gl. 4)}$$

$\operatorname{tg}\alpha$ aus Gl. 3) eingesetzt:

$$W = \frac{Q\operatorname{tg}\varrho}{R} \times \frac{m}{1 + \operatorname{tg}^2\varrho\,(m + \cos\beta)\cos\beta} \quad \text{Gl. 5)}$$

das Fahrzeuggewicht $G = zQ$ gesetzt, so folgt als spezifischer
stand

$$w = \frac{1000\operatorname{tg}\varrho}{zR} \times \frac{m}{1 + \operatorname{tg}^2\varrho\,(m + \cos\beta)\cos\beta}\ \text{kg/t} \quad \text{Gl. 6)}$$

n Räder eines Fahrzeugs an, so ist natürlich
$w_1 + w_2 + \ldots + w_n$. Es bleibt also nur noch übrig,
m zu bestimmen.

Richtkraft und Reibungsmittelpunkt.

Als einfachstes Beispiel sei ein zweiachsiges Fahrzeug
Textabb. 2 angenommen, dessen Achsen steif und un-
ieblich im Rahmen gelagert sind. In der Kurve treten
reits besprochenen Reibungskräfte auf, aufserdem werde
ahrzeug vorne und hinten durch die Schiene geführt;
ten also noch zwei Schienendrucke Y_1 und Y_2 auf. Die
endrucke stellen die Gesamtwirkung aller Reibungskräfte
ie vermittels des Rahmens die anlaufenden Räder gegen
hiene drücken. Ausgenommen sind also hiervon nur
eibungskomponenten der anlaufenden Räder in Richtung
chse, die von der Radlast Q direkt überwunden werden.
raft Y_1 ergibt sich aus der Momentengleichung für den
n um den Mittelpunkt der zweiten Achse zu:

$$Y_1 a = -Q_1\mu\cos\beta_1 a - 2s\,(Q_1\sin\beta_1 + Q_2\sin\beta_2)\cdot\mu.$$

Wird auf beiden Seiten $-Q_1\mu\cos\beta_1 a$ addiert und
$+ Q_1\mu\cos\beta_1) = m_1\,Q_1\mu$ (nach Gl. 2) eingeführt, so ergibt
ie einfache Form:

$$_1\mu a = -2\,Q_1\mu\cos\beta_1 a - 2s\,(Q_1\mu\sin\beta_1 + Q_2\mu\sin\beta_2)$$

$$m_1 = -2\cos\beta_1 - 2\frac{s}{a}\left(\sin\beta_1 + \frac{Q_2}{Q_1}\cdot\sin\beta_2\right). \quad \text{Gl. 7)}$$

ebenso folgt

$$m_2 = -2\cos\beta_2 + 2\frac{s}{a}\left(\sin\beta_2 + \frac{Q_1}{Q_2}\cdot\sin\beta_1\right) \quad \text{Gl. 7a).}$$

Durch Addition von Gl. 7) und 7a) folgt, wenn $Q_1 = Q_2$ ist,

$$m_2 + m_1 + 2\cdot\cos\beta_2 + 2\cdot\cos\beta_1 = 0 \quad \text{Gl. 8)}$$

Die Lage von M und damit die Gröfse der Winkelfunktionen sind nun meist gegeben durch die Gleisverhältnisse. Die Gröfse x_1 ist von dem Spiel der Radsätze im Gleis abhängig. Ist das Spiel $\sigma = 0$, so mufs sich das Fahrzeug (womit stets die Verbindungslinie der Radsatzmitten verstanden ist) als Sehne in die Kurve legen, d. h. es ist $-x_1 = \frac{a}{2}$. Ist ein gewisses Spiel σ vorhanden, so ergibt sich

$$-x_1 = \frac{a}{2} + \frac{R\cdot\sigma}{a} \quad \text{Gl. 9)}$$

Aus Textabb. 3, die als eine Darstellung nach Art der Roy schen Methode anzusehen ist, ist Gl. 9) leicht abzulesen. Hieraus ist zunächst die Abhängigkeit der Gröfsen x und m, und damit der Gröfse w von dem Produkte $R\sigma$ ersichtlich. Es zeigt sich, dafs w um so kleiner wird, je kleiner x_1, also je kleiner $R\sigma$ ist. In diesem Sinne ist x stets absolut gemeint, so dafs $x_{min} = 0$ ist. Mit zunehmender Abnutzung der Radreifen wird daher, von sonstigen Einflüssen abgesehen, w gröfser, da σ gröfser wird. Mit wachsendem x_1 nähert sich m_2 dem Werte 0. Ist $m_2 = 0$, so wird das Fahrzeug nur vorne geführt, x_1 hat seinen Grenzwert x_0 erreicht, das Fahrzeug hat seine »natürliche« Radialstellung eingenommen. Bei zweiachsigen Fahrzeugen ist x_0 etwas gröfser als a und nähert sich mit zunehmendem Radstand dem Werte a. Bei dreiachsigen Fahrzeugen liegt M kurz vor der letzten Achse und nähert sich dieser ebenfalls mit zunehmendem Radstand. In Abb. 1, Taf. 36 sind die erforderlichen Werte x und m zur Bestimmung von w in Kurven aufgetragen. Hierbei ist angenommen: gleiche Belastung aller vier Räder und Spurweite $2s = 1500$ mm. Die Abb. 1, Taf. 36 enthält für Radstände von 2 bis 8 m die Gröfse von x_0, ferner für die Werte $R\sigma = 6$, 8, 10 und 12 die Gröfse von x_1. Es ergibt sich $x_2 = a + x_1$. Weiter ist m_1 und m_2 aufgetragen. Schliefslich ist noch das Produkt $(m_2 + \cos\beta_2)\cos\beta_2$ eingetragen. Für Achse 1 ist $\cos\beta$ stets so grofs, dafs $(m_1 + \cos\beta_1)\cos\beta_1$ von dem Werte $(m_1 + 1)$ kaum abweicht und es ist daher auch nicht besonders eingetragen. Mit Hilfe dieser Tafel läfst sich w sehr genau seinem theoretischen Werte nach bestimmen, soweit es durch die Gleisverhältnisse beeinflufst wird. Die Tafel ist ohne weiteres auch für eine andere Spurweite $2\sigma'$ zu verwenden. Es ist dann nur der Mafsstab für a und x im Verhältnis $\frac{2\sigma'}{1500}$ zu ändern.

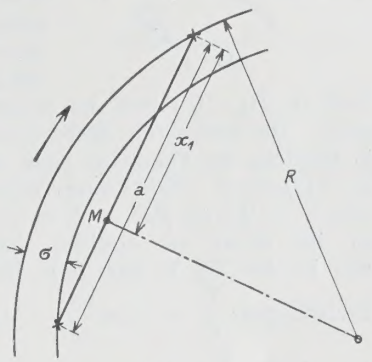


Abb. 3.

Einflufs der Radreifenabnutzung auf den Kurvenwiderstand.

In den bisherigen Ausführungen war nur angenommen, dafs die Kegelform der Radreifen durch die Abnutzung verschwunden sei, dafs aber Schienenkopf und Radreifenhohlkehle noch in neuem Zustande seien. Es wird nämlich stets die Hohlkehle mit einer etwas gröfseren Abrundung versehen als der Schienenkopf. Denn nur in diesem Falle ist ein stetiger

Übergang des Unterstützungspunktes von der Lauffläche auf ein unter α geneigtes Flächenelement der Hohlkehle möglich. Ist dagegen die Hohlkehle ausgelaufen oder der Schienenkopf abgenutzt, so kommt beim seitlichen Anlaufen des Radsatzes der Spurkranz zum Anlaufen, ohne dafs das Rad von der Stützfläche abgehoben wird. Es findet dann nicht mehr eine Einpunktberührung zwischen Rad und Schiene statt, sondern eine Zweipunktberührung. Unter Berührungspunkt ist hier selbstverständlich die zu einem Punkt vereinigt gedachte Stützfläche verstanden, da eine Stützkraft nie von einem Punkt aufgenommen werden kann. Findet aber die Berührung am Spurkranz unter einem Winkel $\alpha' > \alpha$ statt (wobei α der Winkel ist, der dem Schienendruck Y nach Gl. 3 entspricht), so kann Y nicht im Gleichgewicht mit Q sein, das Rad also nicht mehr von der Stützfläche abheben, sondern diese nur zum Teile Q' entlasten (Textabb. 4). Es verbleibt ein Stützflächendruck $(Q - Q')$. Der Schienendruck Y' wird seinerseits dadurch gröfser, dafs die in der Stützfläche wirkende Reibungskraft von $(Q - Q')$ noch vom Schienendruck überwunden werden mufs. Die horizontale Reibungskomponente in der Hohlkehle in Richtung des Fahrzeugs kann auch hier noch gesetzt werden zu $\sim Q'\mu \sin\beta$. Wird ferner wieder $Y' = Y + (Q - Q')\mu \cos\beta$ oder $Y' + Q'\mu\cos\beta = -K = -m\,Q\mu$ eingeführt, . . (Gl. 10), so ist leicht zu ersehen, dafs m denselben Wert hat, wie in den Gl. 7) und 7a.) Es ergeben sich also folgende Beziehungen: $\frac{Y'}{Q'} = -m\frac{Q\mu}{Q'} - \mu\cos\beta$ (aus Gl. 10). Ferner ist nach Gl. 1) $\frac{Y'}{Q'} = \operatorname{tg}(\alpha' - \varrho')$, wobei wie früher $\operatorname{tg}\varrho' = \operatorname{tg}\varrho\cos\beta$ ist. Also folgt: $\frac{Q}{Q'} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha' - \varrho') + \operatorname{tg}\varrho\cos\beta}{-m\operatorname{tg}\varrho}$. Nach Gl. 4) ist aber allgemein $W = \frac{Q(-x)}{R}\cdot\operatorname{tg}\alpha$. Ändert sich also Q und α auf Q' und α', während $\frac{-x}{R}$ konstant bleibt, so wächst der Widerstand im Verhältnis

$$\xi = \frac{Q'\operatorname{tg}\alpha'}{Q\operatorname{tg}\alpha} = \frac{-m\operatorname{tg}\varrho}{\operatorname{tg}(\alpha' - \varrho') + \operatorname{tg}\varrho\cos\beta}\,\frac{\operatorname{tg}\alpha'}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

Nach Gl. 3) ist $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\varrho\,\frac{-m}{1 + \operatorname{tg}^2\varrho\,(m + \cos\beta)\cos\beta}$. Dies in die vorige Gleichung eingesetzt ergibt also

$$\xi = \frac{\operatorname{tg}\alpha'\,[1 + \operatorname{tg}^2\alpha\,(m + \cos\beta)\cos\beta]}{\operatorname{tg}(\alpha' - \varrho') + \operatorname{tg}\varrho\cos\beta} \quad . \quad \text{Gl. 11)}$$

Es ist also die Möglichkeit vorhanden, für jeden Fall, wenn aus dem Grad der gegenseitigen Abnutzung von Rad und Schiene α' bekannt ist, die Gröfse von ξ leicht zu ermitteln. Um einen allgemeinen Überblick über die Gröfsenordnung und Veränderlichkeit von ξ mit m, μ und α' zu gewinnen, wird $\cos\beta = 1$ angenommen, was bei führenden, nicht schwenkbaren Vorderachsen stets nahezu der Fall ist. Der Ausdruck $(m + \cos\beta)\cos\beta$ ist sehr genau $(m + 1)$, worauf schon früher hingewiesen worden ist. Mit zunehmendem m mufs ξ kleiner werden, da der Unterschied zwischen α und α' kleiner wird. Für $\alpha = \alpha'$ ist $\xi = 1$. ξ_{max} ist vorhanden bei dem absoluten Kleinstwert m, für den $\cos\beta$ noch ~ 1 ist. Mit abnehmendem m wird aber x und damit $\cos\beta$ kleiner. Je kleiner $\cos\beta$, desto kleiner wird aber auch ξ. Für $\cos\beta = 0$ ist wieder $\xi = 1$. Für $-m = 2$ bis 2,6 ist ξ bei verschiedenen Winkeln α' in nachstehender Tabelle errechnet. Es ist $\mu =$ eingesetzt.

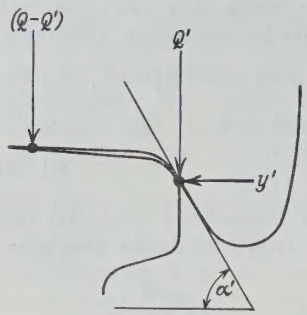


Abb 4.

Werte ξ für $\mu = \frac{1}{5}$.

$-m$	$\alpha' = 30^0$	45^0	60^0	75^0	85^0
2,0	1,030	1,11	1,245	1,63	3,04
2,2	1,025	1,10	1,235	1,61	3,02
2,4	1,015	1,09	1,220	1,60	2,995
2,6	1,005	1,08	1,213	1,59	2,97

Es zeigt sich, dafs der Einflufs von m sehr klein, Einflufs von α' aber gewaltig ist. Es ist ferner für $-m$ der Wert ξ noch für $\mu = \frac{1}{4}, \frac{1}{5}$ und $\frac{1}{6}$ gerechnet.

Werte ξ für $-m = 2$.

μ	$\alpha' = 30^0$	45^0	60^0	75^0	80^0	85^0
$\frac{1}{4}$	1,01	1.10	1,26	1,71	2,14	3,70
$\frac{1}{5}$	1,03	1,11	1.245	1,63	1,97	2,995
$\frac{1}{6}$	1,04	1,105	1,23	1,53	1,84	2,83

ξ für die verschiedenen Werte μ ist im Schaubild α' aufgetragen (Textabb. 5). Es zeigt sich, dafs ξ mit w sondern α' sehr schnell und gewaltig zunimmt. Der Ein

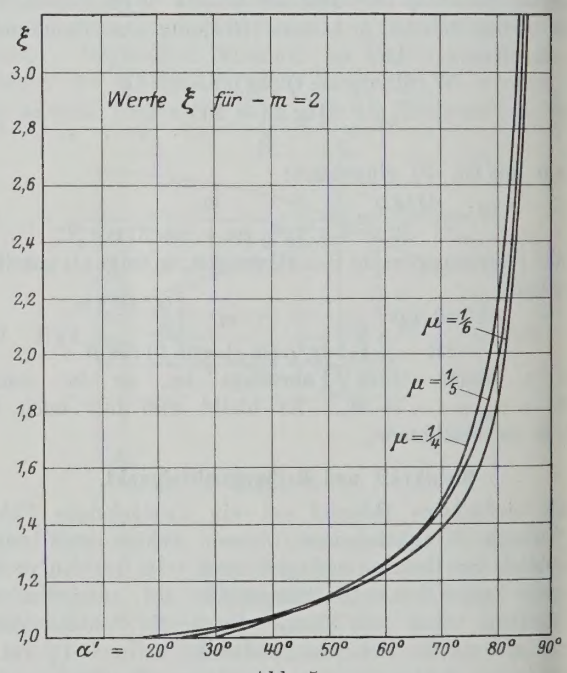
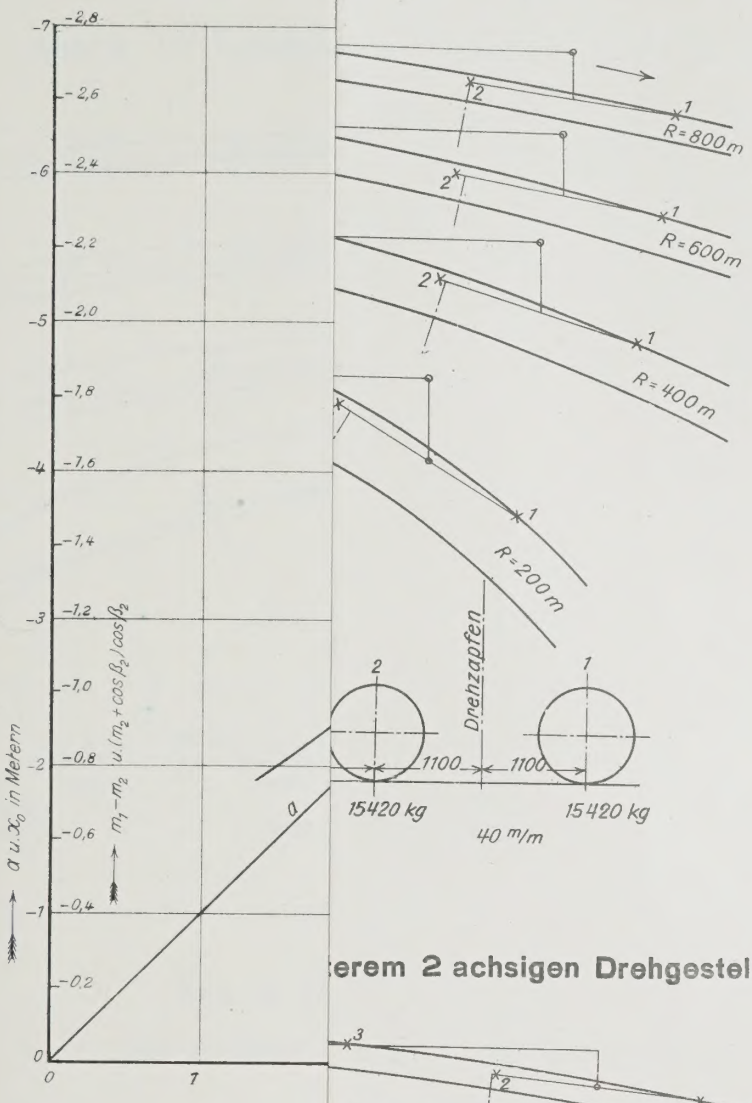


Abb. 5.

von μ ist aber in dem unteren Teil der Kurven ge Nimmt man jetzt an, dafs auch die Hohlkehle des Radre schnell ausgelaufen ist so vollzieht sich bei den Spurkrä der preufsischen Staatsbahn die Berührung zwischen und Schiene unter 60^0 (vergl. Textabb. 6). Hierfür w ξ etwa 1.25 sein, d. h. alle Werte von w, die sich bei späteren Untersuchungen ergeben, sind um rund 25 % erhöhen, wenn eben nicht neue Radreifen und Schienen handen sind, was im praktischen Betriebe wohl sehr s zusammen auftritt. Der Schienenkopf mit seiner vertikalen Se flanke arbeitet sich aber während des Betriebes in den Spurk des Radreifens ein. Ein solcher sogenannter ausgelaufener S

ɔm 2achsigen Drehgestell.



terem 2 achsigen Drehgestell.

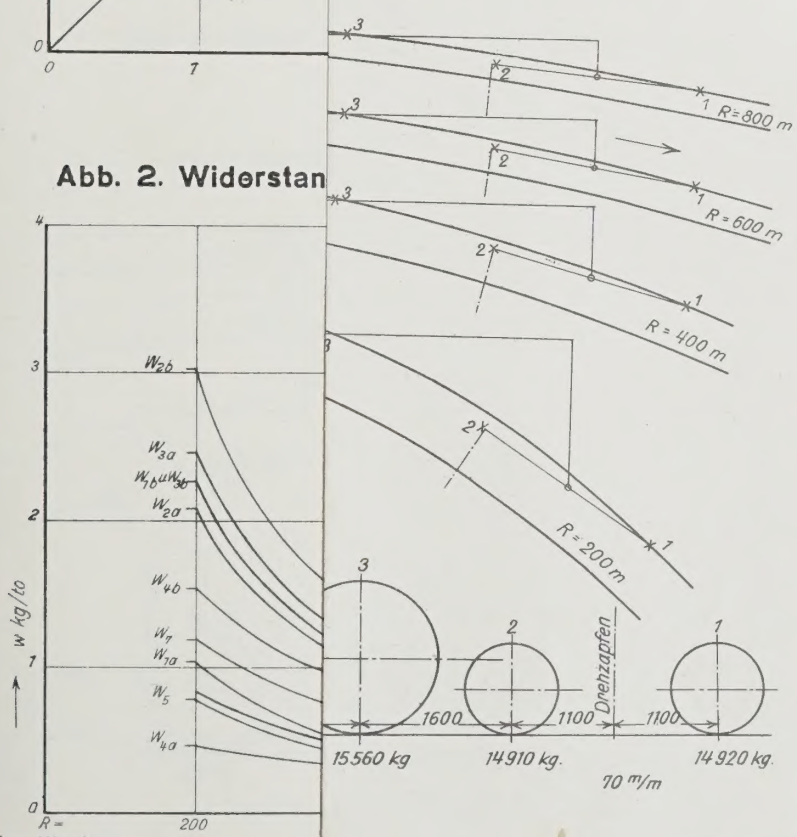


Abb. 2. Widerstan

reidel's Verlag; München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Untersuchungen über den Kurvenwiderstand von Eisenbahnfahrzeugen.

Abb. 1. Widerstandstafel für 2 achsige Fahrzeuge.

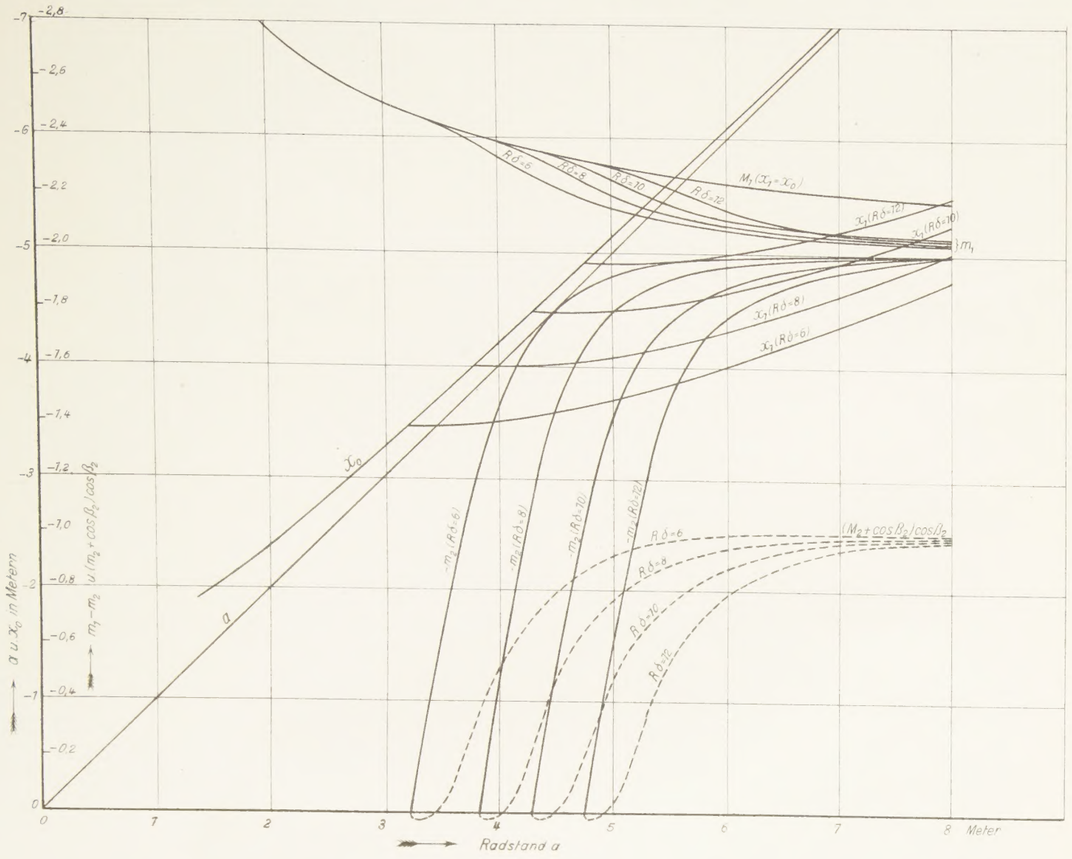


Abb. 2. Widerstandskurven für Lokomotive.

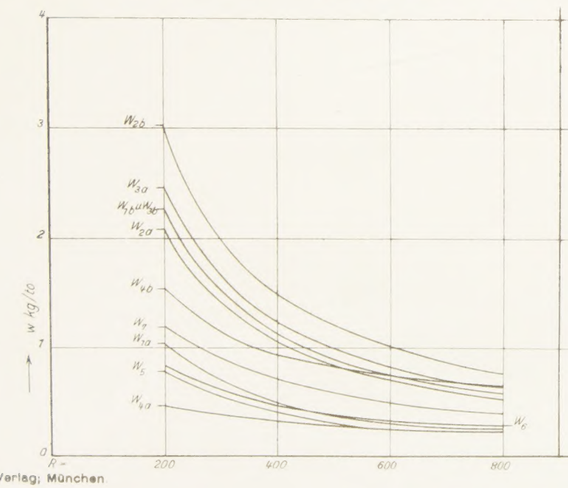


Abb. 3. Widerstandskurven für Wagen.

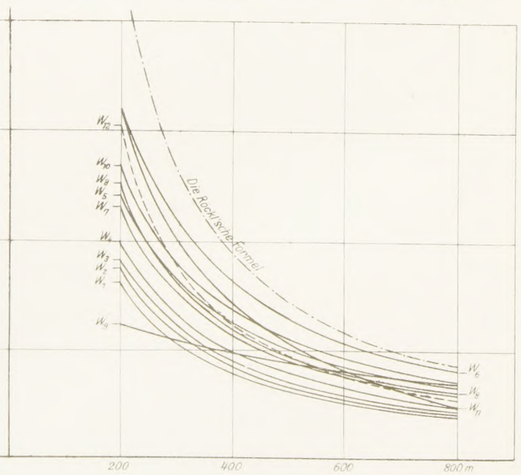


Abb. 4. 2 C - Lokomotive (S_{10}^1) mit vorderem 2achsigen Drehgestell.

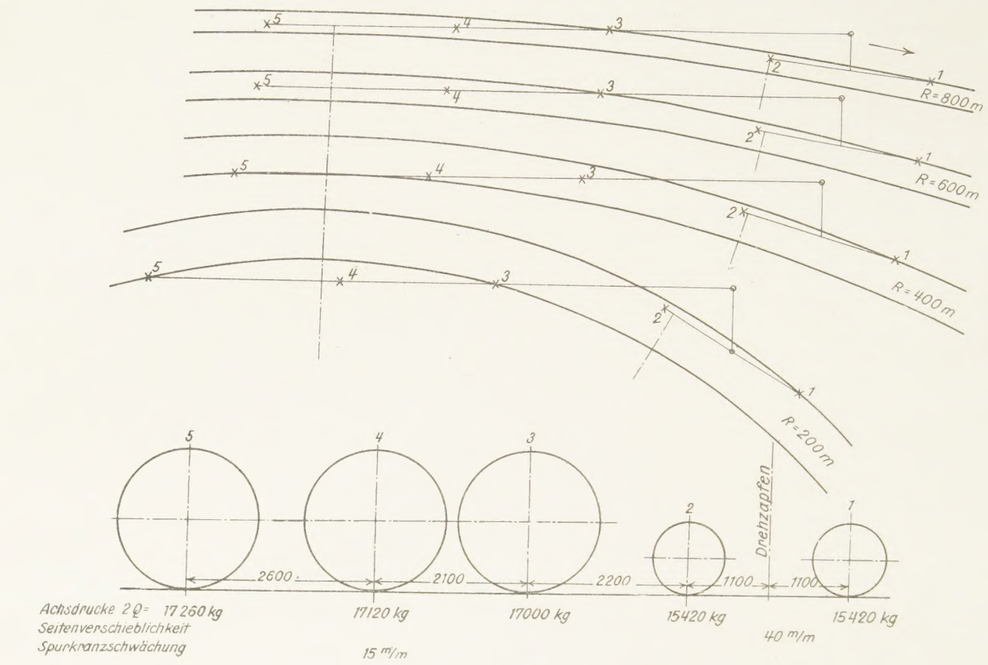
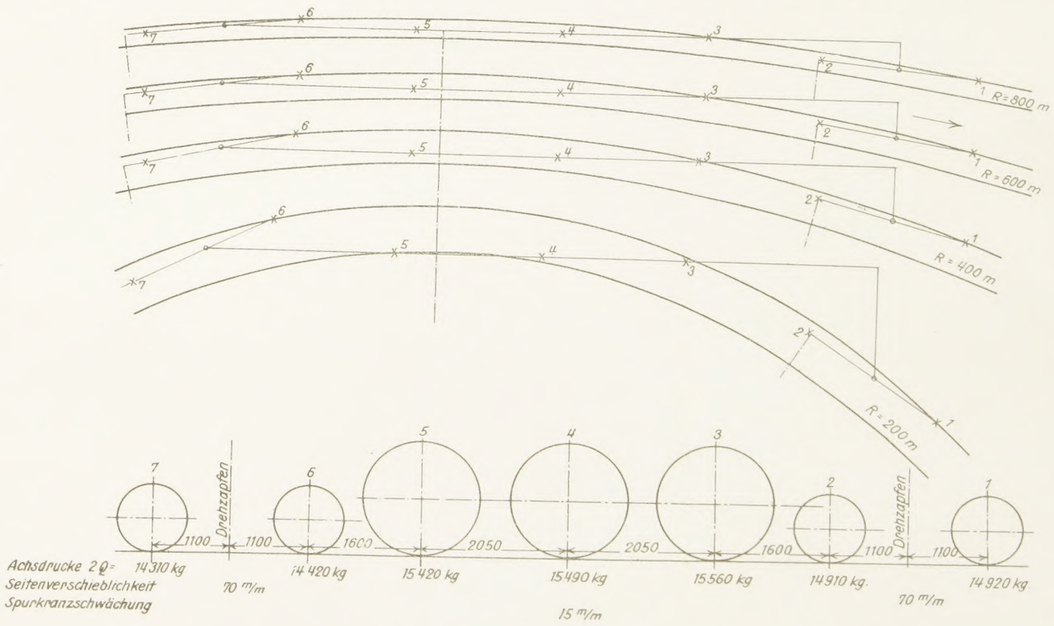


Abb. 5. 2 C 2 - Lokomotive (T_{18}) mit vorderem und hinterem 2 achsigen Drehgestell.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Abb. 1. 1 C Lokomo

Abb. 3. E Lokomotive (T_{16}).

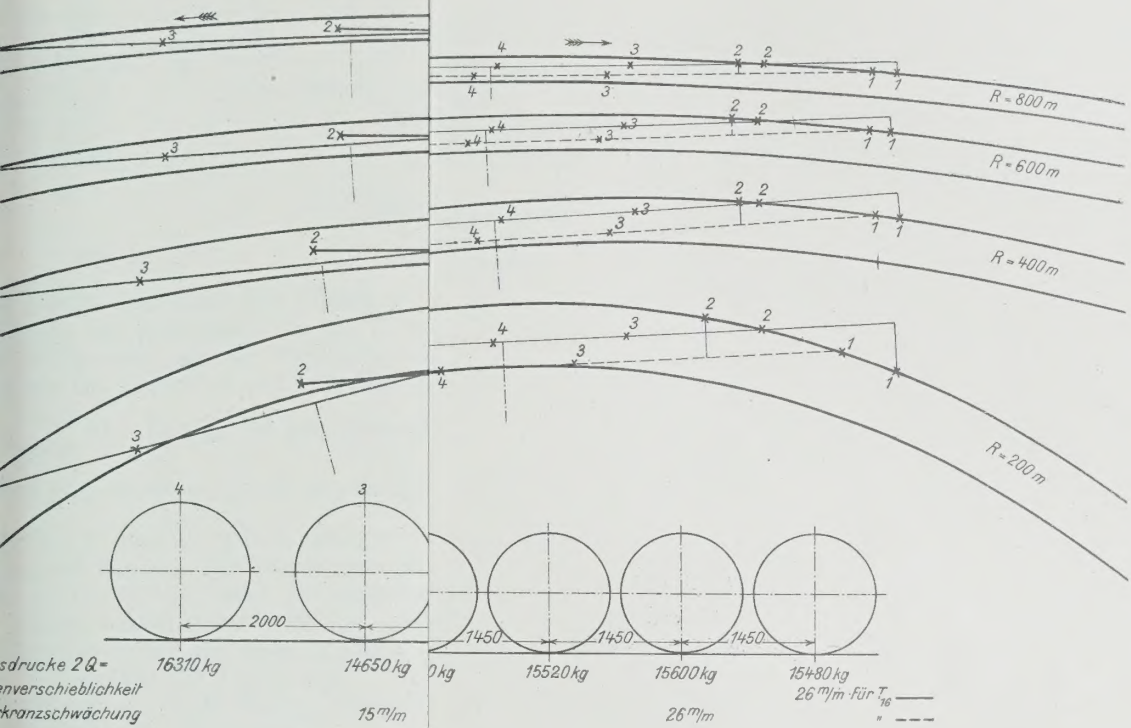
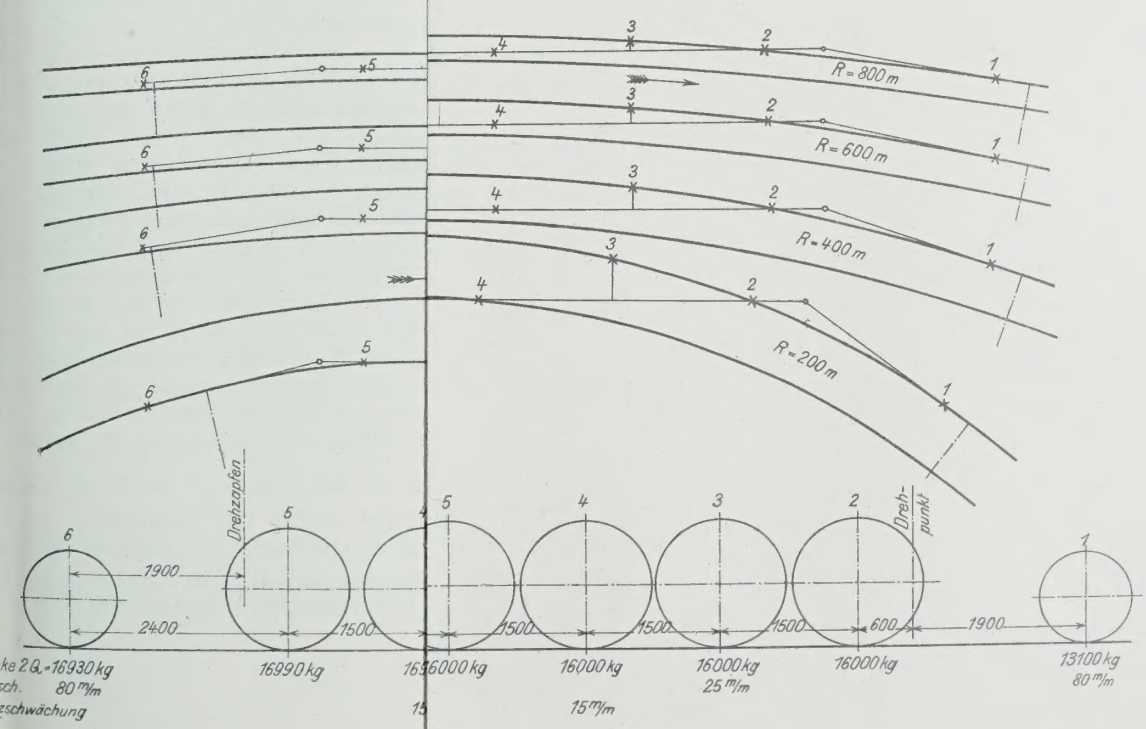


Abb. 4. 1 D

b. 6. 1 E Lokomotive (G_{12})

mit vorderer

nit vorderer Bisselachse.



W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz: Untersuchungen über den Kurvenwiderstand von Eisenbahnfahrzeugen.

Abb. 1. 1 C Lokomotive mit vorderem Kraußgestell (T_{12}).

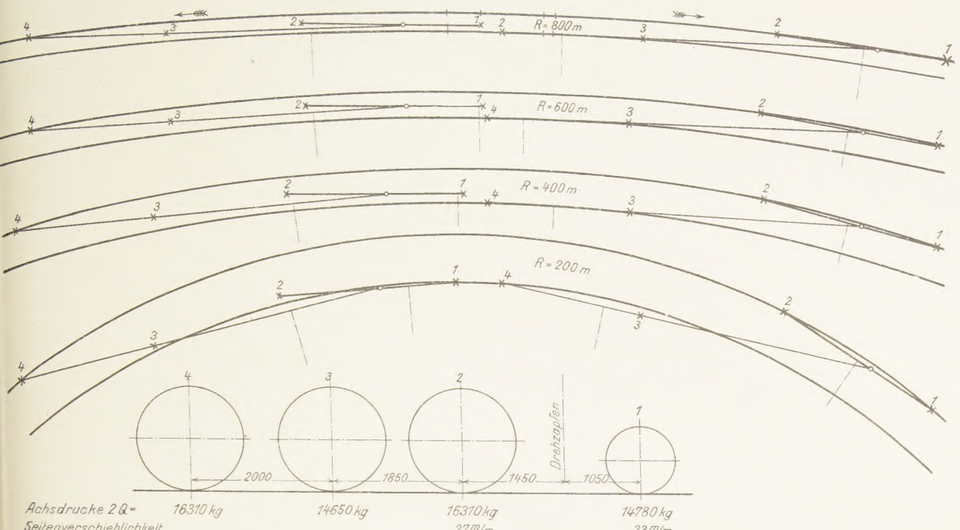


Abb. 2. D Lokomotive. (T_{13}).

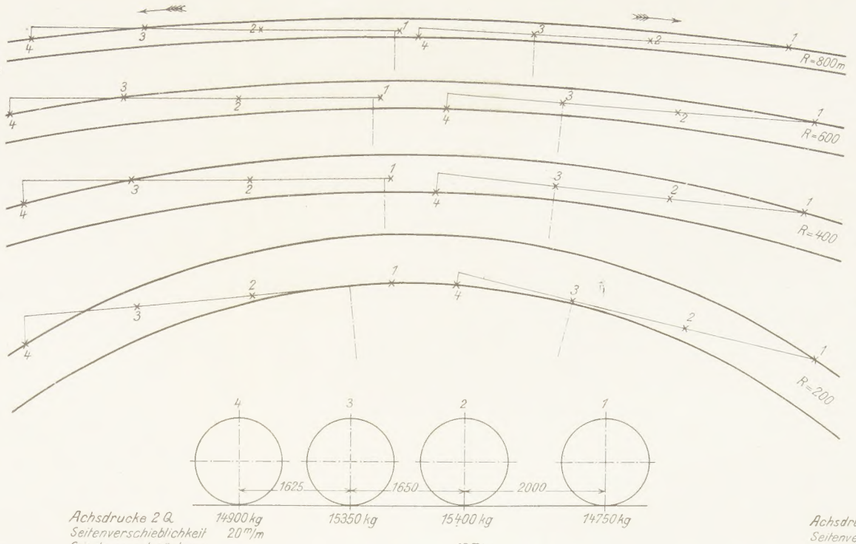


Abb. 3. E Lokomotive (T_{16}).

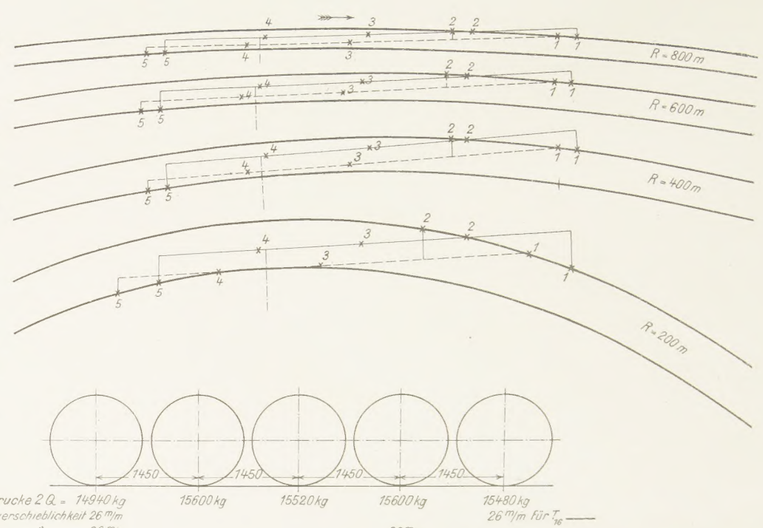


Abb. 5. 1 D 1 Lokomotive (P_{10})
mit vorderem Krauß-Drehgestell und hinterer Adamsachse.

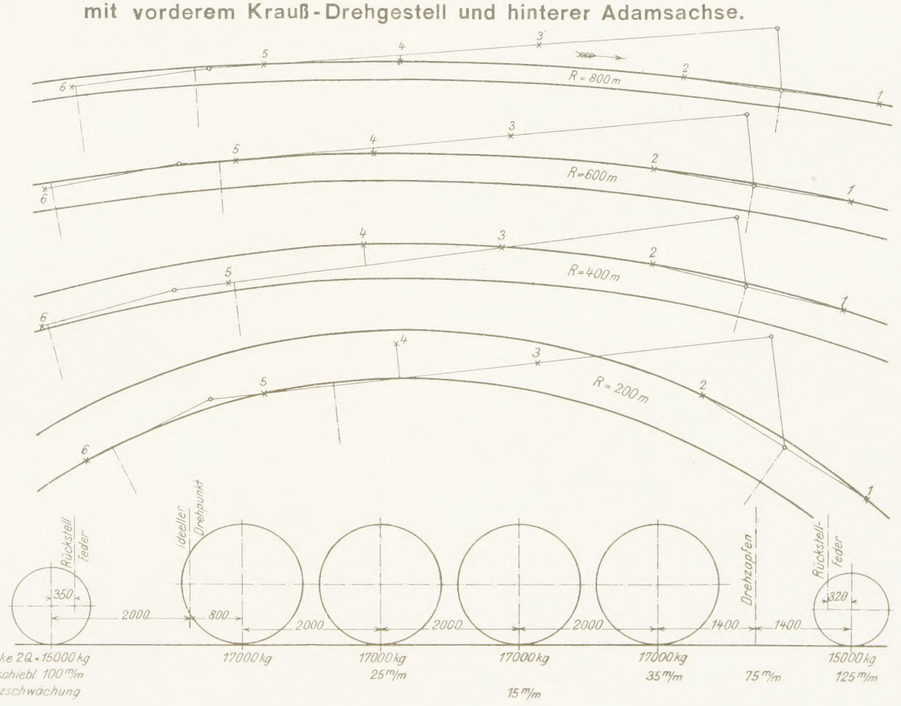


Abb. 4. 1 D 1 Lokomotive (T_{14}^{1})
mit vorderer und hinterer Bisselachse.

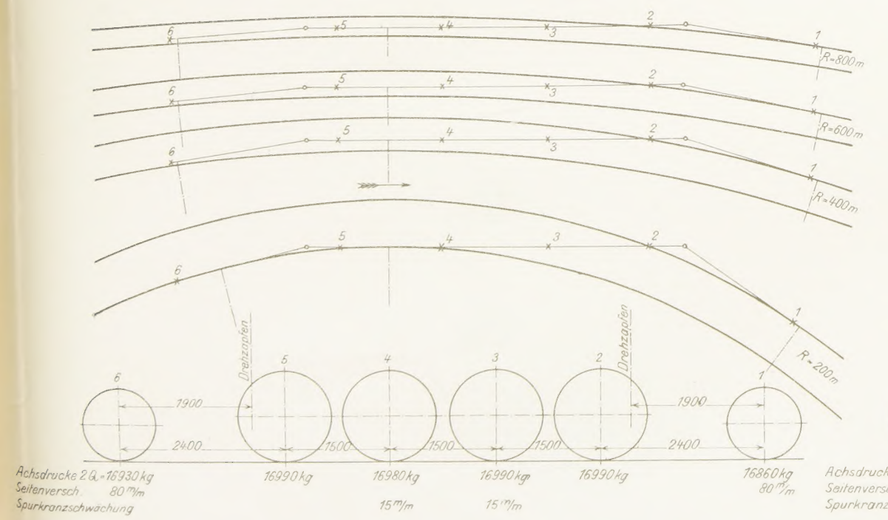
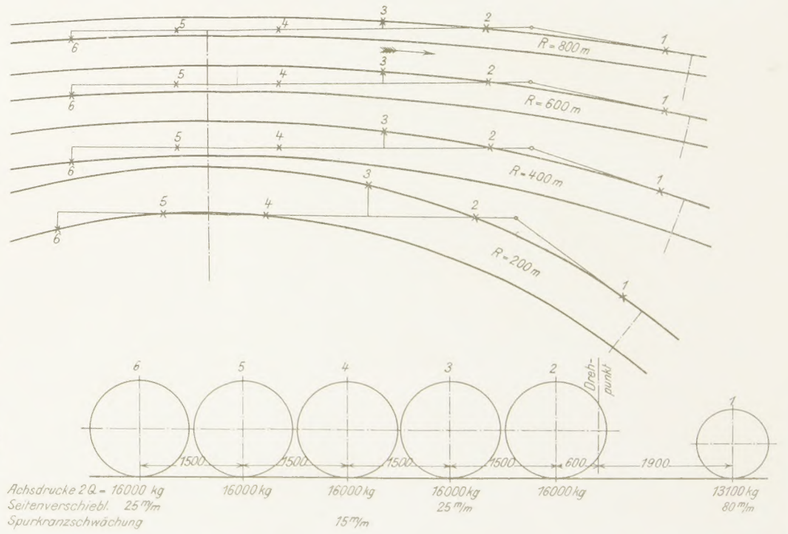


Abb. 6. 1 E Lokomotive (G_{12})
mit vorderer Bisselachse.



C. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

ist in Textabb. 6 gestrichelt eingezeichnet. Die gezeichnete zung ist die nach den T. V. höchst zulässige. Be- et man den Schnitt AB, so erscheint das Rad als eine ie, welche unter dem Winkel φ gegen die Schiene anläuft ibb. 7). Im Anlaufpunkt A denke man sich die Tangente T

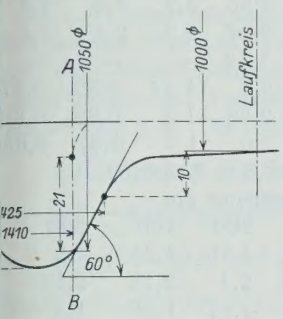


Abb. 6.

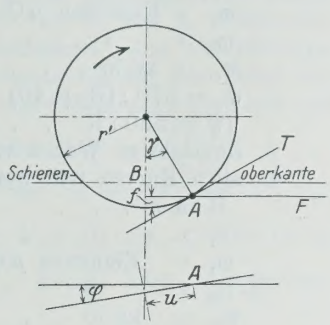


Abb. 7.

e Scheibe gezogen. Der Winkel α' ist dann derjenige el, den das gemeinsame Lot auf T und die Fahrkante F erührungspunkt mit der Vertikalen bildet. Mit den Be- nungen der Textabb. 6 und 7 ist dann leicht abzulesen, dafs $= \frac{\operatorname{tg}\gamma}{\sin\varphi}$ ist. Tg $\alpha'_{\min}$ bei ausgelaufenen Spurkränzen tritt

r tg $\gamma_{\min}$ und sin $\varphi_{\max}$. Es ist nun $\operatorname{tg}\gamma = \frac{u}{r' - f}$. Ferner

$2r'f - f^2$ oder $u \sim \sqrt{2r'f}$, also $\operatorname{tg}\gamma \sim \sqrt{2f : r'}$. Demnach g $\gamma_{\min}$ ein für $r'_{\max}$. Bei Wagenrädern ist $2r'_{\max} = 1050$ mm. ür ist $f = 21$ mm, wenn der ausgelaufene Spurkranz an Schiene anläuft, sonst ~ 25 mm. Also folgt

$\operatorname{tg}\gamma_{\min} = 0{,}284$ bei neuen Schienen ($f = 21$ mm),
$= 0{,}31$ für $f = 25$ mm.

r ist $\sin\varphi = -x : R$. Sin $\varphi_{\max}$ tritt auf für $-x_{\max}$ und $R_{\min}$. i angenommen: $R = 180$ m
$\sigma = 25 + 25 = 50$ mm, also $R\sigma = 9$
$a = 8$ m (zweiachsiges Fahrzeug!).

ist $-x = 5{,}1$ m und $\sin\varphi = 5{,}1 : 180$; also folgt
$\operatorname{tg}\alpha'_{\min} = 10$ bzw. $10{,}9$
oder $\alpha'_{\min} = 84^0\,20'$ bzw. 85^0.

Textabb. 5 ist aber ersichtlich, dafs demnach für $\mu = 0{,}2$ ausgelaufenen Spurkränzen der Kurvenwiderstand um stens 200 % gröfser wird.

Die Ausführungen des letzten Abschnittes stehen in einem sen Gegensatz zu der sog. »zusätzlichen« Spurkranzreibung, ler in der Literatur immer wieder die Rede ist*). In der e tritt stets eine Reibung am Spurkranz oder in der Hohl- auf, da nur durch Abgleiten am Spurkranz ein Kurven- stattfinden kann. Findet aber eine Zweipunktberührung so kann höchstens von einer zusätzlichen Stützflächen- ng die Rede sein. Die falsche Auffassung bezüglich der zlichen Spurkranzreibung zeigt sich auch in der Verkennung atsächlichen kinematischen Vorgänge. Bei der Berechnung purkranzreibung, d. h. der Reibung im Punkte A der Text- 7 nimmt man eine Bewegung dieses Punktes um B oder m O an. In Wirklichkeit ist A selbst der Momentalpol ie Drehbewegung des Rades. A bewegt sich nicht um B, rn B um A. Dadurch kann ja auch nur das Rad gehoben en, um im nächsten Augenblick wieder in A abzugleiten dadurch die Kurvenwiderstandsarbeit zu leisten.

Einfluſs der freien Lenkachsen auf den Kurvenwiderstand.

Freie Lenkachsen sind solche Achsen, die sowohl seit- s Spiel als auch vor allem Spiel in Fahrzeuglängsrichtung an den Achshaltern haben, so dafs sie sich in der Kurve frei einstellen können. Sie werden in ihrer Mittelstellung nur durch geeignete Art der Federaufhängung gehalten (Textabb. 8). In der Kurve drehen nun die Kräfte $\pm \sin\beta$ (in Einh. μ Q gerechnet) die Achse aus ihrer Mittelstellung heraus. Die hierbei auftretende Mittelstellkraft ist leicht nach Textabb. 9 graphisch zu ermitteln. AB sei das unter a geneigte Gehänge. Zu einer horizontalen Verschiebung f der Radmitte seien f_1

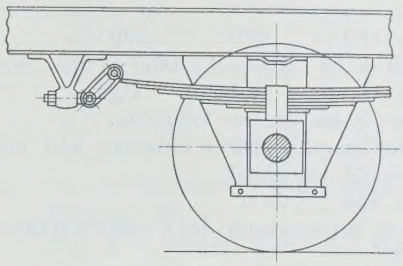


Abb. 8.

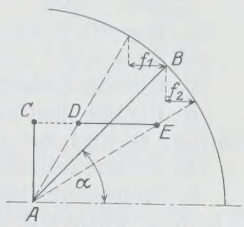


Abb. 9.

und f_2 die zugehörigen Verschiebungen der Federaugen, AC sei die Federbelastung in den Augen; dann ist DE die auftretende Mittelstellkraft M, die der Federverschiebung entgegenwirkt. Liegen Federn und Radreifen in verschiedenen Ebenen, so wirkt M . u der Verschiebung des Rades entgegen, worin u das Übersetzungsverhältnis bezeichnet. Hat M . u den Wert $Q\mu \cdot \sin\beta$ erreicht, so ist Gleichgewicht vorhanden. Textabb. 10 veranschaulicht in verzerrtem Mafsstabe die Veränderlichkeit der gesuchten Gröfsen. Der Reibungsmittelpunkt wird nach früher gesagtem auf der Achsmittellinie angenommen. Es sei für die angenommene oder durch die geometrischen Verhältnisse notwendige Fahrzeugeinstellung M_f der Reibungsmittelpunkt für feste Achsen. Die Kräfte $Q \cdot \mu \cdot \sin\beta$ verschieben die Achse um $f = s\psi$. Gleichzeitig verschiebt sich M_f nach M_1. Es wird $x_f - x_1 = R\psi$. Mit f ändert sich M . u, mit x_1 ändert sich $Q\mu \cdot \sin\beta$. Beide Funktionen lassen sich als Kurven aufzeichnen und zwar so, dafs die Mafsstäbe von f und $(x_f - x_1)$ einander entsprechen, d. h. es mufs die Proportion bestehen $(x_f - x_1) : f = R : s$. Der Schnittpunkt der Kurven gibt das Gleichgewicht von $Q \cdot \mu \cdot \sin\beta$ und M . u. Sind für die vorher angenommene Fahrzeuglage die allgemeinen Gleichgewichtsbedingungen nach der Verdrehung vorhanden, so kann m, und damit aus m und x_1 nach Gl. 6) der Kurvenwiderstand bestimmt werden. Das Verfahren wird durch die spätere Anwendung bei den gerechneten Beispielen noch näher klargelegt werden. Aufser den bei steifachsigen Fahrzeugen für x und m in Frage kommenden Gröfsen erscheint hier noch eine weitere Abhängigkeit der Richtkraft von

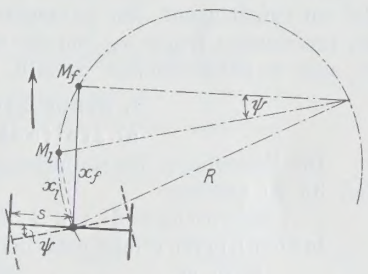


Abb. 10.

1. der Gehängeneigung a und den Abmessungen des Gehänges überhaupt,

2. der Federkraft $F = \frac{1}{2}(Q - \frac{1}{2}$ Radsatzgewicht).

F ändert sich also nicht proportional Q wie $Q \cdot \mu \cdot \sin\beta$,

3. μ, da $Q \cdot \mu \cdot \sin\beta$ proportional μ, M . u aber unabhängig von μ ist,

4. R, da $x_1 = x_f - R\psi$ ist.

Hieraus folgt klar die Unmöglichkeit einer allgemein gültigen Widerstandsformel mit Berücksichtigung auch nur der bisher erwähnten Einflüsse.

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1912, S. 52; S. 374; Zeitschrift für Kleinbahnen 1918, S. 388.

Kurvenwiderstandswerte der Fahrzeuge der ehemalig preußischen Staatsbahnen.

Im folgenden ist der Kurvenwiderstand einer Anzahl von Fahrzeugen der ehemalig preußischen Staatsbahnen untersucht. Wenn nicht ein anderes ausdrücklich gesagt ist, sind die allgemeinen Annahmen getroffen:

1. Neue Radreifenhohlkehlen (aber zylindrische Reifen) und neue Schienen. Demnach ist das gesamte Spiel σ im Gleis nach den T. V. bei

R =	200	400	600	800 m
σ =	10 + 24	10 + 15	10 + 9	10 + 3 mm, also
Rσ =	6,8	10	11,4	10,4.

2. Gleiche Raddrucke Q am ganzen Fahrzeug.

3. Überall gleicher Reibungskoeffizient zwischen Rad und Schiene; es wird mit $\mu = 0{,}2$ gerechnet.

4. Beharrungszustand und $\pm Z = 0$.

5. Schienenüberhöhung entsprechend der Geschwindigkeit, d. h. freie Fliehkraft = 0.

6. Spurkranzübergriff u = 0.

Es ist die Einstellung der Fahrzeuge und ihr Kurvenwiderstand für R = 200, 400, 600 und 800 m ermittelt. Ist natürliche Radialstellung bei allen Kurven möglich, also $x_1 = x_0 =$ konst., so ergibt sich für den Widerstand eine Gleichung von der Form $w = k : R$, d. h. w stellt sich als gleichseitige Hyperbel dar. Bei spielsgängigen Fahrzeugen ist x variabel. Es ist dann versucht, eine verschobene Hyperbel von der Form $(w + w_0) = k : (R + R_0)$ durch die errechneten Punkte zu legen. Die Kurven*) sind dann in Abb. 2 und 3, Taf. 36 aufgetragen. Zur genaueren Erkennung der Abweichung der errechneten Werte w_{er} von der w-Kurve sind in den Tabellen w_{er} und w nebeneinander gestellt.

I. Eisenbahnwagen.

a) steifachsige.

Die Einstellung der steifachsigen Fahrzeuge ist aus Abb. 1, Taf. 36 zu ersehen.

1. Tenderdrehgestell von 1,55 m Radstand.

In allen Kurven erfolgt natürliche Einstellung bei $x_0 = 2{,}03$ m

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	2,03	2,03	2,03	2,03
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,95	2,95	2,95	2,95
w_{er} » kg/to	1,6	0,8	0,53	0,4
$w_1 = \frac{320}{R}$ » »	1,6	0,8	0,53	0,4.

2. Tenderdrehgestell von 1,8 m Radstand.

In allen Kurven erfolgt natürliche Einstellung bei $x_0 = 2{,}23$ m

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	2,23	2,23	2,23	2,23
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,874	2,874	2,874	2,874
w_{er} » kg/to	1,725	0,863	0,575	0,431
$w_2 = \frac{345}{R}$ in kg/to	1,725	0,863	0,575	0,431.

3. Zweiachsiges Drehgestell mit 2 m Radstand.

In allen Kurven erfolgt natürliche Einstellung.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	2,4	2,4	2,4	2,4
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,8	2,8	2,8	2,8
w_{er} » kg/to	1,78	0,89	0,595	0,445
$w_3 = 355 : R$ in kg/to	1,78	0,89	0,595	0,445.

4. Zweiachsiges Drehgestell der D-Zugwagen mit 2,5 m Radstand.

In allen Kurven natürliche Radialstellung.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	2,8	2,8	2,8	2,8
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,61	2,61	2,61	2,61
w_{er} » kg/to	1,95	0,975	0,65	0,49
$w_4 = 390 : R$ »	1,95	0,975	0,65	0,49.

*) Der Index bezeichnet die lfd. Nr. des Rechnungsbeispieles.

5. Zweiachsige Wagen von 4 m Radstand.

In den Kurven von 400, 600 und 800 m Radius ist natürliche Einstellung noch möglich. Bei R = 200 m tritt Spielgang ein.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	3,65	4,2	4,2	4,2
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,36	2,4	2,4	2,4
$+m_2$ » »	1,14	—	—	—
w_{er} » kg/to	2,4	1,34	0,89	0,67
$w_5 = 570 : (R + 40)$	2,38	1,3	0,89	0,68
$(w = 520 : R$	2,6	1,3	0,87	0,65).

6. Zweiachsige Wagen von 6 m Radstand.

In allen Kurven tritt Spielsgang ein.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	4,15	4,65	4,9	4,7
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,1	2,12	2,13	2,1
$+m_2$ » »	1,97	1,88	1,8	1,8
w_{er} » kg/to	3,23	1,62	1,08	0,8
$w_6 = 650 : R$ »	3,25	1,625	1,083	0,8

7. Dreiachsiges Drehgestell von 3,6 m Radstand. A Achsen sind steif gelagert. Es ist mit gleicher Belastung al Achsen gerechnet. In allen Kurven tritt natürliche Radi stellung ein.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	3,5	3,5	3,5	3,5
$-m_1$ » Einheiten μQ	3,56	3,56	3,56	3,56
w_{er} » kg/to	2,3	1,15	0,77	0,58
$w_7 = 460 : R$ »	2,3	1,15	0,77	0,58.

8. Dreiachsige Tender von 4,4 m Radstand (3 T 16, Die zweite Achse, die 2,4 m hinter der ersten liegt, hat 16 n Seitenspiel.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	3,95	4,2	4,6	4,6
$-m_1$ » Einheiten μQ	3,28	3,31	2,01	2,01
$-m_2$ » » »	—	—	1,88	1,8
$+m_3$ » » »	0,54	—	—	—
w_{er} » kg/to	2,41	1,275	0,775	0,5
$w_8 = 485 : R$ »	2,425	1,217	0,801	0,6

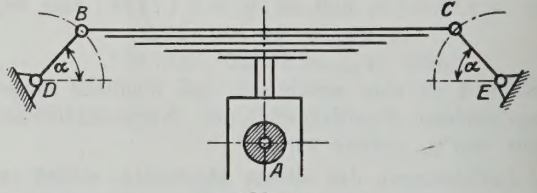


Abb. 11.

Es tritt also bei R = 200 m Spielsgang ein, bei R = 400 führt die erste Achse allein, bei R = 600 und 800 m genü das Seitenspiel um auch die zweite Achse aufsen anlaufen lassen. Eine Notwendigkeit, die zweite Achse verschieblich machen, liegt zwar bei R = 200 m noch nicht vor, ist aber b noch kleineren Radien erforderlich. Durch die Verschieblichk wird w gegenüber der unverschieblichen Achsanordnung etw vermindert, sobald die zweite Achse aufsen zum Anlaufen komm

b) Wagen mit freien Lenkachsen.

Von den bei der ehemalig preußischen Staatsbahn ve wendeten Gehängekonstruktionen sind untersucht:

1. Gehänge für G-Wagen
2. » » Endachsen der Personenwagen
3. » » Mittelachsen » »

Es ist die Annahme getroffen, daſs mit den Nummern d Gehänge die Winkel α nach Textabb. 11 bei Mittelstellung v Punkt A sind:

$$\alpha_1 = 45^0, \quad \alpha_2 = 30^0, \quad \alpha_3 = 45^0,$$

ferner, daſs die Entfernung der Punkte ABC konstant bleib Bei der Führung des Systems auf den Kreisbögen um D und ist mit Hilfe von Modellen die horizontale Ausweichung f d

es A gemessen. Nach dem früher angegebenen Verfahren e Mittelstellkraft $M = \lambda F$ als Funktion von f ermittelt. eigt λ im Anfange langsamer, später schneller an. Der orliegende Zwecke in Frage kommende untere Teil der $\lambda = \varphi(f)$ kann mit sehr grofser Genauigkeit als Gerade ehen werden (Textabb. 12). λ_1, λ_2 und λ_3 entsprechen rum den obigen Gehängenummern. Das Übersetzungs-ltnis u infolge der verschiedenen Ebenen von Feder und eifen ist rund 1,3. Die Gleichgewichtsbedingung heifst also

$$1{,}3\,\lambda F = \mu Q \sin\beta \text{ oder } \sin\beta = \lambda \frac{1{,}3\,F}{\mu Q}.$$

Das halbe Radsatzgewicht ist im allgemeinen 575 kg; st $F = \frac{1}{2}(Q - 575)$ und $Q : F = 2Q : (Q - 575)$. Dieser liegt stets nahe bei 2,15. Ferner noch $\mu = 0{,}2$ ein-zt ergibt sich

$$\sin\beta = \lambda \frac{1{,}3}{0{,}2 \,.\, 2{,}15} \sim 3\,\lambda.$$

10. Zweiachsige Güterwagen von 6 m Radstand. Gehänge Nr. 1.

Bei $R = 200$ m läuft die Hinterachse frei, bei $R = 400 \div 800$ m läuft sie aufsen an.

R in m	200	400	600	800
$-x_{f_1}$ » »	3,88	3	3	3
$-x_{l_1}$ » »	4,38	3,88	4,2	4,62
$+x_{f_2}$ » »	2,12	3	3	3
$-x_{l_2}$ » »	0,1	0,6	1,02	1,48
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,25	2,204	2,152	2,112
$-m_2$ » » » —		0,976	1,408	1,628
w_{er} » kg/to . . .	2,6	1,22	0,91	0,79
$w_{10} = 500 : R + 0{,}1$	2,6	1,35	0,935	0,725.

11. Zweiachsige Personenwagen von 6,5 m Radstand. Gehänge Nr. 2.

Bei $R = 200$ m läuft die Hinterachse innen an, bei $R = 400$ m läuft sie frei, bei $R = 600$ m läuft sie bereits aufsen an.

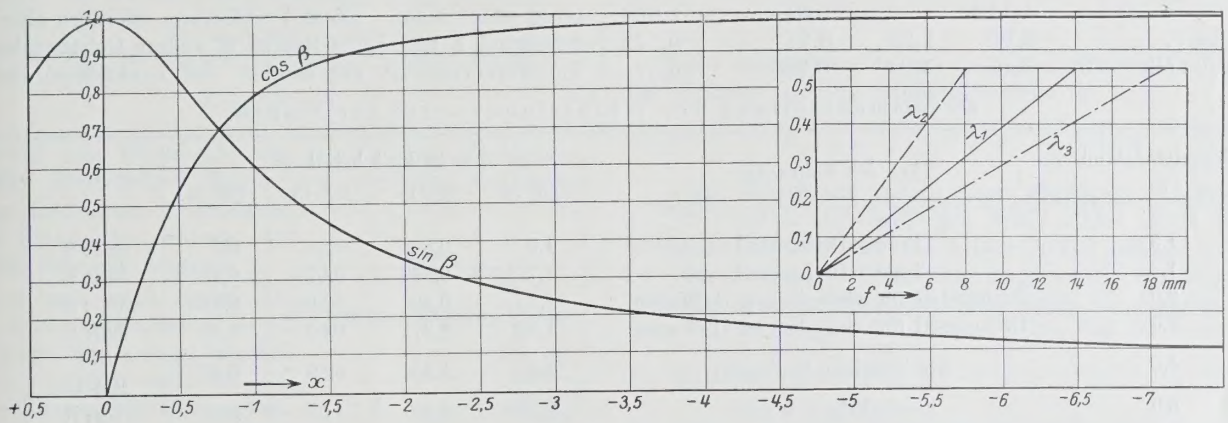


Abb. 12.

Es ist nun in Textabb. 12 sin β und cos β als Funktion x aufgetragen. Die Linien der Textabb. 13, in der $= \varphi(x_f - x_l)$ aufgetragen ist, wobei die Mafsstäbe für x $(x_f - x_l)$ in den Textabb. 12 und 13 gleich sind, so dafs $(x_f - x_l) = f R : s$ ist, werden auf durchsichtiges Papier chnet. Zu jedem R ergeben sich je drei λ-Kurven. Die ramme Textabb. 12 und 13 werden mit den x-Achsen nun so nander gelegt, dafs der Nullpunkt des Deckblattdiagramms x_f der zu untersuchenden Achse liegt. Der Schnittpunkt 3λ-Kurve mit der sin β-Kurve gibt die Gleichgewichtslage Achse an. Es kann dann sofort der zugehörige cos β und x_l lesen werden. Wegen der Kleinheit des Verdrehungs-els ψ der Achse gegen die Mittelstellung können mit eichender Genauigkeit zur Bestimmung von m die ') und 8) beihehalten werden. In Gl. 6) wird selbst-ändlich x_l eingesetzt. Es sind folgende Wagen mit achsen untersucht:

9. Zweiachsige Güterwagen von 4 m Radstand.
In Frage kommt Gehänge Nr. 1.
In allen Kurven läuft die Hinterachse aufsen an.
steht stets überradial.
Die Ergebnisse der Untersuchung sind nachfolgend mmengestellt:

R in m	200	400	600	800
f_1 » »	2	2	2	2
l_1 » »	2,63	3,07	3,42	3,88
f_2 » »	2	2	2	2
l_2 » »	0,2	0,9	1,33	1,8
l_1 » Einheiten μQ	2,384	2,27	2,214	2,174
l_2 » » »	0,056	1,190	1,476	1,626
er » kg/to . . .	1,25	1,05	0,83	0,74
$= 1000 : (R + 600)$	1,25	1,0	0,834	0,715.

R in m	200	400	600	800
$-x_{f_1}$ » »	4,3	4,0	3,25	3,25
$-x_{l_1}$ » »	4,55	4,45	3,98	4,2
$+x_{f_2}$ » »	2,2	2,5	3,25	3,25
$+x_{l_2}$ » »	1,6	—0,1	— 0,35	— 0,68
$-m_1$ » Einheiten μQ	2,094	2,228	2,212	2,172
$+m_2$ » » »	1,934	—	— 0,598	— 1,128
w_{er} » kg/to . . .	3,26	1,3	0,78	0,65
$w_{11} = (720 : R) - 0{,}4$	3,2	1,4	0,8	0,5.

12. Dreiachsige Personenwagen von $a = 7$ m Radstand. Es ist gleiche Belastung aller Achsen angenommen. Die Mittelachse ist um wenigstens 26 mm verschieblich gemäfs § 124 der T. V. Die Mittelachse wird durch ihre Reibungskomponente cos β_2 nach aufsen gezogen. Von der Wirkung der Gehänge als Mittelstellkraft in achsialer Richtung wird abgesehen und

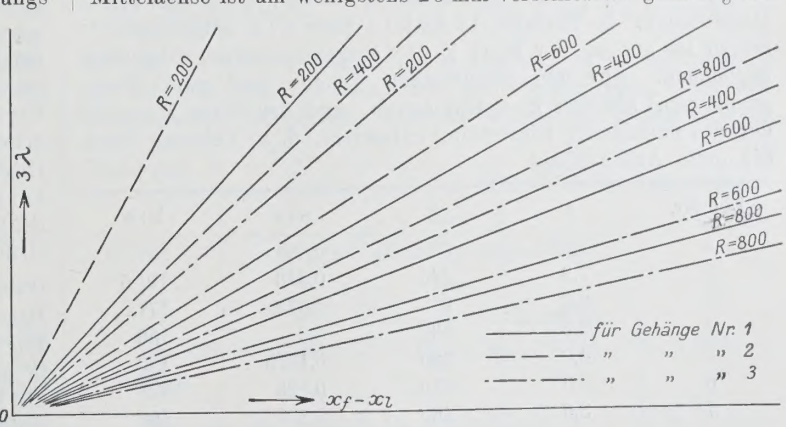


Abb. 13.

eine Verschiebung der Mitte von Achse 2 gegenüber der Endachsen von 26 mm stets angenommen. Dann ist der Abstand e der Mittelachse von der äufseren Schiene gegeben durch die Gleichung $e = \frac{a(-x_1)}{2R} \cdot \frac{a^2}{8R} - 26$ (wenn alle Gröfsen in mm eingesetzt sind!). Dann bedeutet $e > \sigma$: Anlaufen an der Innenschiene, $e < \sigma$: Anlaufen an der Aufsenschiene.

Die Kurveneinstellung ist folgende: Bei R = 200 m tritt Spiefsgang ein, die Mittelachse läuft frei, bei R = 400 m läuft die Mittelachse bereits aufsen an, die hintere noch frei, bei R = 600 m laufen bereits alle Achsen aufsen an.

R in m	200	400	600	800
$-x_{f1}$ » »	4,5	4,5	3,5	3,5
$-x_{l1}$ » »	4,72	4,9	4,2	4,45
$-x_{l2}$ in m . . . :	—	3,7	2,55	2,95
$+x_{l3}$ » »	2,02	—	—0,35	—0,62
e_2 » mm . . .	21,8	—4,0	—15,8	—18,35
$-m_1$ » Einheiten μQ	3,072	2,258	2,264	2,216
$-m_2$ » » »	—	0,98	0,96	0,97
$+m_3$ » » »	1,112	—	—0,316	—1,004
w_{er} » kg/t . . .	2,99	1,28	0,71	0,575
$w_{12} = 420 : (R - 60)$	3,0	1,24	0,78	0,57.

Durch die Punkte läfst sich eine Gerade einzeichne der Form

$$k : a = C\ s/a + D$$

Hierbei ist C = 275, D = 75.

Demnach ist für steifachsige Fahrzeuge

$$k \sim 205 + 75a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

Das Schaubild zeigt ferner, dafs bei gleichem Gesamtra der Kurvenwiderstand bei drei steifen Achsen geringer bei zwei steifen Achsen (vergl. Punkt 7 und den Punkt 8). Bei genügender Verschieblichkeit der Mittel so dafs sie an der Schiene anlaufen kann, wird w noch heruntergesetzt (vergl. den unteren Punkt 8).

Lenkachsen zeigen im allgemeinen eine Verringeru w bei kleinem R. Die Verminderung von w ist um so g je geringer die Rückstellkraft, d. h. je gröfser der Win des Gehänges ist. Je mehr die Hinterachse sich drehen desto mehr drückt sie das Fahrzeug nach aufsen. Die günst Verhältnisse treten ungefähr bei $x_f = \frac{1}{2} a$ und x_l der H achse gleich o auf. Diese Verhältnisse erfordern aber für Achsstand a und jeden Radius R andere Gehängeabmessu Am Vorderrad ist der Einfluſs der Lenkachsen von Na

Zusammenstellung der Widerstandswerte für Wagen.

Lfd. Nr.	Gesamtradstand m	Art des Fahrzeugs	w in kg/t bei R = 200 m	400 m	600 m	800 m	w_n	Bemer
1	1,55	Tender-Drehgestell	1,6	0,8	0,53	0,4	320 : R	
2	1,8	Tender-Drehgestell	1,725	0,863	0,575	0,431	345 : R	
3	2,0	Drehgestell für vierachsigen G-Wagen	1,78	0,89	0,595	0,445	355 : R	
4	2,5	Drehgestell für vierachsigen D-Wagen	1,95	0,975	0,65	0,49	390 : R	
5	4,0	Zweiachsiger G-Wagen	2,4	1,34	0,89	0,67	$\frac{570}{R+40}$	
6	6,0	Zweiachsiger Wagen	3,23	1,62	1,08	0,81	650 : R	
7	3,6	Dreiachsiges Drehgestell	2,3	1,15	0,77	0,58	460 : R	
8	4,4	Dreiachsiger Tender (3 T 16,5)	2,41	1,275	0,775	0,58	485 : R	
9	4,0	Zweiachsiger G-Wagen	1,25	1,05	0,83	0,74	$\frac{1000}{R+600}$	Lenka
10	6,0	Zweiachsiger G-Wagen	2,6	1,22	0,91	0,79	$\frac{500}{R} - 0,1$	»
11	6,5	Zweiachsiger P-Wagen	3,26	1,3	0,78	0,65	$\frac{720}{R} - 0,4$	»
12	7,0	Dreiachsiger P-Wagen	2,99	1,28	0,71	0,575	$\frac{420}{R-60}$	»

Zusammenfassung.

Die Kurven w_{1-8} in Abb. 3, Taf. 36 zeigen ein gleichmäfsiges Anwachsen des Widerstandes w = k : R mit dem festen Radstande a. In Textabb. 14 ist k : a über s : a aufgetragen*); hierzu ist aus w_5 der Wert k der eingeklammerten Gleichung genommen. Für den dreiachsigen Tender sind zwei Werte genommen, nämlich k = 485 aus w_8 und der Wert k = 510 der der natürlichen Einstellung entspricht, d. h. Führung durch die erste Achse allein.

Lfd. Nr.	a	k	s : a	k : a
1	1,55	320	0,484	206
2	1,8	345	0,416	191,5
3	2,0	355	0,375	177,5
4	2,5	390	0,3	156
5	4,0	520	0,1875	130
6	6,0	650	0,125	108
7	3,6	460	0,208	128
8	4,4	485 510	0,171	110 116

*) Als Abszisse ist $\frac{s}{a}$ genommen, damit die Kurve für alle Spurweiten Geltung hat.

auf den Widerstand, da $x_l > x_f$ wird. Die Achse stell also entgegengesetzt der gewünschten Radialstellung ein. Einfluſs ist aber sehr gering, wird allerdings um so gröſs schwächer die Mittelstellkraft ist. Aus diesem Grunde ist möglichst grofse Gehängeneigung α, die bei der Hinter wünschenswert erscheint, bei der Vorderachse unerwü Ferner ist bei grofsen Radien der Kurvenwiderstand bei achsen gröfser als bei steifen Achsen. Wünscht man also ringerung von w bei engen Kurven, so mufs man Vergröfs in grofsen Kurven und in der Geraden in Kauf ne Schlägt im geraden Gleis eine Lenkachse aus irgend Grunde um den Winkel ψ aus, so ist nach Textabb. 15 di tretende Richtkraft $K = 2\sqrt{(Q\mu)^2 - (Mu)^2}$. Der zusät Bewegungswiderstand ist angenähert $W = 2\sqrt{(Q\mu)^2 - (Mu)^2}$. Für einen bestimmten Ausschlag ψ ist W also um so kl je gröfser Mu ist. Auch kehrt die Achse um so schnell die Mittelstellung zurück, je gröfser Mu ist. Der verschi artige Einfluſs der Mittelstellkraft auf den Kurvenwider bei den einzelnen Fahrzeugen kommt auch in den Konst k, w_o und R_o der Gleichungen $w_{9 \div 12}$ zum Ausdruck.

*) W folgt aus Gl. 5, wenn darin $x : R = \psi$, $m = K : \mu$ $1 + \mu^2 (m + \cos\beta) \cos\beta \sim 1$ eingesetzt wird.

diese Gleichungen an sich wenig praktische Bedeutung , so zeigen sie doch, dafs sie als Kurven einen grofsen

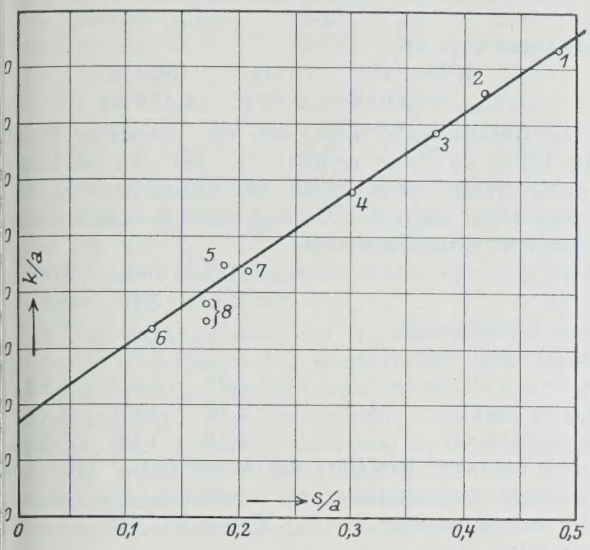


Abb. 14.

uch auf gute Wiedergabe der tatsächlichen Verhältnisse . Für die übrigen Wagen der ehemalig preufsischen bahn läfst sich w genügend an Hand der Kurven der hneten Beispiele schätzen.

Es sei auch noch darauf hinsen, dafs den Kurven $\mu = 0{,}2$ nde liegt. Für $\mu = \mu_1$ behalten l. $w_{1 \div 8}$, also auch Gl. 12) mmen genügende Genauigkeit, man sie mit $\mu_1 : \mu$ multipliziert. Umrechnung von Gl. $w_{9 \div 12}$ ist en nicht möglich. Bei ihnen t μ die ganze Einstellung in der Kurve, wodurch wesentliche derung des Verlaufs der w-Kurve eintreten kann.

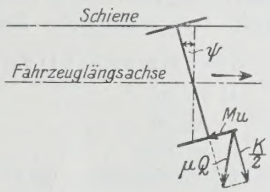


Abb. 15.

II. Lokomotiven.

Die im folgenden untersuchten Lokomotiven sind fast ausfslich neuere Typen der ehemalig preufsischen Staatsbahn. ände, Drehzapfenabstände, Raddrucke, Achsverschieblichtc. sind auf Taf. 36 und 37 bei den Prinzipskizzen mitgeteilt. n Rechnungen sind alle Raddrucke einander gleich eint, wenn nicht ein anderes ausdrücklich vermerkt ist. Die ort wiedergegebenen Darstellungen der Kurveneinstellung dem Royschen Verfahren dienen nur der Veranschaulichung, nd die Kurveneinstellung selbst rechnerisch ermittelt ist. r den Reibungskräften bleiben alle anderen äufseren e unberücksichtigt.

1C-Lokomotive (T_{12}) mit vorderem Krauss-Drehgestell (Abb. 1, Tafel 37).

An dieser Lokomotive sei als Beispiel der Gang der Rechnäher mitgeteilt, und zwar

a) für Vorwärtsfahrt.

Die vordere Laufachse und die erste Kuppelachse laufen aufsen an. Diese Annahme bestätigt sich dadurch, dafs in den späteren Rechnungen stets eine positive Richt- m_2 ergibt. Der Abstand des Drehzapfens von der äufseren ne ist nach Textabb. 16 gegeben durch die Gleichung

$$e_z = \frac{1{,}05}{2\,R} \cdot (2{,}5 - 1{,}05)\ \text{m}.$$

Der Hauptrahmen wird also in einem Gleis von der Spur $(\sigma - e_z)$ geführt. Wird mit a der Abstand des Drehzapfens von der vierten Achse bezeichnet, so ist die max. Radialstellung nach Gl. 9):

$$-x_z = \frac{1}{2}\,a + \frac{R\,(\sigma - e_z)}{a}.$$

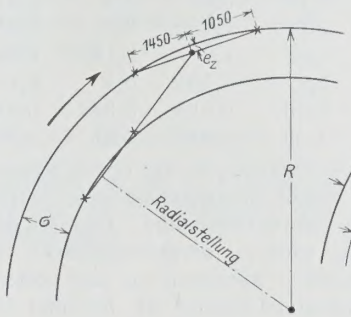


Abb. 16.

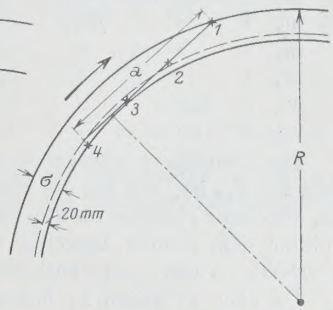


Abb. 17.

Der Abstand der dritten Achse vom Drehzapfen ist 3,3 m. Ihr Abstand von der äufseren Schiene ist

$$e_3 = e_z + \frac{3{,}3}{R}\,(-x_z - \frac{1}{2}\,3{,}3)\ \text{m}.$$

Der Spurkranz ist 15 mm abgedreht. Solange also $e_3 < \sigma + 0{,}015$ ist, läuft die dritte Achse noch frei. Als Mittelstellkraft sind für das Krauss-Gestell schräge Gleitflächen von der Neigung 1 : 8 an der Kuppelachse angebracht. Die Reibung in den Gleitflächen, die unter Öl gehalten werden, wird vernachlässigt. Dann ist an jedem Rad der zweiten Achse die Rückstellkraft $\frac{1}{2}\,P = Q_T : 8 = p \cdot (\mu\,Q_T) = 0{,}625 \cdot (\mu\,Q_T)$ für $\mu = 0{,}2$. Am Hauptrahmen greift $p = +\,0{,}625$, am Drehgestell $p = -\,0{,}625$ an. Die Gleichungen für die Richtkräfte am Hauptrahmen sind:

$$m_z \cdot a + 2\cos\beta_3 \cdot 2{,}0 + 2s\,(\sin\beta_2 + \sin\beta_3 + \sin\beta_4) + 2p \cdot 3{,}85 = 0,\quad m_z + m_4 + 2\cos\beta_3 + 2\cos\beta_4 + 2p = 0.$$

Es ist die Abweichung der Drehgestellmittellinie von der Mittellinie des Hauptrahmens in der Gleichung für die Richtkräfte vernachlässigt. Der Laufraddruck ist $Q_L = 7{,}4^t$, der Triebraddruck im Mittel etwa $Q_T = 8{,}25^t$. Also ist $Q_L = 0{,}9 \cdot Q_T$. Es wird m_1 in Einheiten $\mu\,Q_L$, m_2 wieder wie m_z in Einheiten $\mu\,Q_T$ ausgedrückt. Die Gleichungen für die Richtkräfte am Drehgestell sind dann

$$m_1 \cdot 2{,}5 + 2\cos\beta_1 \cdot 2{,}5 + \frac{m_z}{0{,}9} \cdot 1{,}45 + 2s \cdot \sin\beta_1 = 0,$$

$$0{,}9 \cdot m_1 + m_2 + 2 \cdot 0{,}9\cos\beta_1 + 2 \cdot \cos\beta_2 + m_z + 2p = 0,$$

m_z hat den gleichen Wert wie am Hauptrahmen, aber mit umgekehrtem Vorzeichen. Für den Widerstand ergibt sich die Gleichung

$$W = \frac{\mu Q_T}{R}\left(0{,}9\,x_1\,\frac{m_1}{1 + \mu^2\,(m_1 + \cos\beta_1)\cos\beta_1} + x_2\,\frac{m_2}{1 + \mu^2\,(m_2 + \cos\beta_2)\cos\beta_2} + x_4\,\frac{m_4}{1 + \mu^2\,(m_4 + \cos\beta_4)\cos\beta_4}\right).$$

Das Lokomotivgewicht ist $G = z\,Q_T = 6\,Q_T + 2 \cdot 0{,}9\,Q_T = 7{,}8\,Q_T$.

Also ist der spezifische Widerstand $w = \frac{1000\,W}{7{,}8}$ kg/t.

Die Untersuchung zeigt, dafs die Lokomotive in allen Kurven Spiefsgang einnimmt.

Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	1,25	1,25	1,25	1,25
$-x_2$ » »	3,79	4,39	4,77	4,47
e_z » mm	3,8	1,9	1,27	0,95
e_3 » »	35,4	24,5	18,5	12,8
$\sigma + 15$ » »	49	40	34	28
$-m_1$ in Einheiten μQ_L	3,16	3,26	3,3	3,27
$-m_z$ » » μQ_T	1,78	1,94	2,0	1,954
$-m_2$ » » »	1,08	1,2	1,14	1,23
$+m_4$ » » »	1,2	0,588	0,1	0,48
w_{er} » kg/to . . .	1,06	0,525	0,34	0,265
$w_{1a} = 210 : R$ . . .	1,05	0,525	0,35	0,263

Die Anordnung schräger Gleitflächen an der ersten Kuppelachse der T_{12} ist, wie aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich, eine sehr günstige für den Kurvenwiderstand. Dadurch dafs p hinter dem Zapfen angreift, wird m_4 heruntergedrückt und m_z erhöht. Andererseits entlastet p wiederum m_2 und belastet m_1. Da aber x_1 gegen x_2 bedeutend kleiner ist, bedeutet dies eine erhebliche Verminderung von w. Die Rückstellkraft durch schräge Gleitflächen ergibt also bei Krauss-Drehgestellen nicht nur besseren Lauf in der Geraden (es wird dadurch das häufig beobachtete einseitige Anlaufen des Drehgestells vermieden), sondern auch geringeren Widerstand in der Kurve.

Bei den folgenden Untersuchungen wird auf die Rechnung nur noch näher eingegangen, insoweit sie etwas Neues bringt.

b) 1 C-Lokomotive mit G-Kraussgestell bei Rückwärtsfahrt.
(Vergl. Abb. 1, Taf. 37).

Die Kurveneinstellung ist hierbei eine wesentlich andere. Die Radialstellung liegt stets hinter der zweiten Achse (gerechnet von der vierten, voranlaufenden Achse aus!). Dadurch hat die zweite Achse stets das Bestreben, nach aufsen zu laufen. Diesem Bestreben wirkt die Rückstellkraft entgegen. Es tritt vollkommen freie Einstellung von Drehgestell und Hauptrahmen und Führung lediglich durch die vierte Achse ein. Nur bei R = 200 m ist durch das Gleisspiel der erforderliche Ausschlag der ersten Achse nicht mehr möglich, sie kommt innen zum Anlaufen. Hierdurch verschiebt sich die Radialstellung des Hauptrahmens etwas, und w erhöht sich um rund 5 % gegenüber der freien Einstellung. Die Ergebnisse der Rechnung enthält die Zusammenstellung.

Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse.

R in m	200	400	600	800
$-x_4$ » »	4,0	3,95	3,95	3,95
$+x_1$ » »	0,68	0,08	0,08	0,08
$-m_4$ in Einheiten μQ_T	3,89	3,89	3,89	3,89
$-m_z$ » » » .	1,2	1,17	1,17	1,17
m_1 » » μQ_L .	1,0	—	—	—
w_{er} » kg/to . . .	2,34	1,11	0,74	0,56
$w_{1b} = 460 : R$ . . .	2,3	1,15	0,77	0,58

Ein Vergleich der Konstanten k aus den Gleichungen $w = k : R$ zeigt, dafs die T_{12} sich bei Rückwärtsfahrt bedeutend ungünstiger verhält als bei Vorwärtsfahrt, und zwar erhöht sich der Kurvenwiderstand um zirka 120 % gegenüber Vorwärtsfahrt. Ohne Rückstellkraft würde w_{1a} gröfser, w_{1b} kleiner sein. Soll daher die Lokomotive ebensoviel vorwärts wie rückwärts fahren, so würde es der Untersuchung bedürfen, ob die Verwendung schräger Gleitflächen noch vorteilhaft ist.

2. D-Lokomotive (T_{13}). (Hierzu Abb. 2, Taf. 37).

Die vierte Achse ist um 20 mm vorschieblich. Die Raddrucke sind alle gleich grofs angenommen.

a) Vorwärtsfahrt.

In allen Kurven tritt natürliche Radialstellung ein ($-x_1 = 3{,}6$ m). Es läuft die erste Achse aufsen, die vierte Achse innen an; die dritte Achse läuft frei.

Wie weit müfste die Radialstellung nach vorne rücken, damit die vierte Achse sich gegen den Rahmen legen kann?

In diesem Falle läge die Lokomotive in einem Gleis der Spur ($\sigma - 20$ mm) (Textabb. 17). Es ergibt sich

$$-x_{1\max} = \frac{1}{2}a + \frac{R(\sigma - 0{,}02)}{a}.$$

Hieraus folgt für

R =	400	600	800 m
$-x_{1\max} =$	3,018	2,524	(1,578 m)

Die Untersuchung zeigt, dafs die natürliche Einste bereits bei $x_1 = -3{,}6$ erreicht ist. Bei $-x_1 = 1{,}825$ die dritte Achse schon aufsen an, daher ist $-x_1 =$ überhaupt nicht möglich. Das Ergebnis der Untersuchung nachfolgende Zusammenstellung:

R in m	200	400	600
$-x_1$ in m	3,6	3,6	3,6
$-m_1$ in Einheiten μQ . . .	3,6	3,6	3,6
m_3 in Einh. μQ	—	—	—
m_4 » » »	1,82	1,82	1,82
w_{er} in kg/t	2,12	1,06	0,71
$w_{2a} = 424 : R$	2,12	1,06	0,71

Das Laufwerk der Güterzuglokomotive G_8^1 zeigt ung die gleichen Abmessungen und Anordnung wie das der Da der Gesamtradstand der G_8^1 kleiner ist, wird auch w kleiner sein.

b) Rückwärtsfahrt.

Bei R = 200 m (vergl. Abb. 2, Taf. 37) tritt Führung die vierte (voranlaufende!) und die erste Achse ein. Achse sich gegen die Anschläge am Rahmen. Bei R = 400 ÷ läuft die vierte und dritte Achse aufsen an, die erste läuft frei (natürliche Einstellung).

Zusammenstellung der Rechnungsergebnis

R in m	200	400	600
$-x_4$ in m	4,68	5,16	5,16
f_4 in mm	20	17,6	11,7
$-m_4$ in Einheiten μQ . . .	4,44	1,98	1,98
$-m_3$ » » » . . .	—	3,5	3,5
m_1 » » » . . .	0,01	—	—
w_{er} in kg/t	3,01	1,52	1,02
$w_{2b} = 604 : R$	3,02	1,51	1,01

Wie aus den Konstanten der Gl. w_{2a} und $w_{2b} =$ ersichtlich, ist für Rückwärtsfahrt der Kurvenwiderstan T_{13} um 42,5 % höher als bei Vorwärtsfahrt. Auch hier gleicher Widerstand für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt da zu erreichen, dafs alle Achsen fest angeordnet, die Spurk der zweiten und dritten Achse schwächer gedreht wü Dieser Laufwerksanordnung steht nichts im Wege. Der Ku widerstand würde dann zwischen w_{2a} und w_{2b} liegen.

3. E-Lokomotive (T_{16}). (Hierzu Abb. 3, Taf. 37

Die erste und fünfte Achse sind seitlich um 26 mm schieblich. Die Rechnung bietet gegenüber dem Bisher nichts Neues. Die natürliche Einstellung des festen Radst liegt bei $-x_2 = 3$ m. Die erforderliche Verschieblichkei ersten Achse, deren Abstand von der zweiten Achse 1, ist, beträgt

$$e_1 = \frac{1{,}45}{R}\left(-x_2 + \frac{1}{2} \cdot 1{,}45\right) \text{m}.$$

Für $-x_2 = 3$ m wird $e_1 = 26$ mm bei R = 208 m R = 200 m führt daher die erste und die zweite Achse. obiger Gleichung ergibt sich dann bei $e_1 = 26$ mm = 2,86 m.

Die letzte Achse ist 4,45 m von der zweiten Achse fernt. Ihr Abstand von der Aufsenschiene ist

$$e_5 = 0{,}026 + \frac{4{,}45}{R}\left(2{,}86 - \frac{1}{2} \cdot 4{,}45\right) = 0{,}046 \text{ m}.$$

Da $\sigma = 34 \text{ mm} < e_5$ ist, läuft also die fünfte Achse innen an, ohne sich gegen den Rahmen zu legen.

usammenstellung der Rechnungsergebnisse.

in m	200	400	600	800
in m	4,31	4,45	4,45	4,45
λ_1 in Einheiten μQ . .	2,76	1,97	1,97	1,97
λ_2 » » » . .	2,99	4	4	4
λ_4 » » » . .	—	—	—	—
λ_5 » » » . .	1,78	1,74	1,74	1,74
w_{er} in kg/t	2,48	1,26	0,84	0,63
$w_{3a} = 500 : R$	2,5	1,25	0,835	0,625

Die Güterzuglokomotive G_{10} weicht von der T_{16} kaum Die Abstände der Achsen sind dort 1500 mm gegen 0 mm bei der T_{16}. Die Verschieblichkeit der Endachsen dort 28 mm. Der Kurvenwiderstand der G_{10} wird also s gröfser sein als der der T_{16}.

Die Laufwerksanordnung der T_{16}, bei der die erste und te Achse verschieblich ist, erscheint für die Tenderloko- ve als die richtige aus Rücksicht auf gleich gute Vorwärts- Rückwärtsfahrt. Für Vorwärtsfahrt allein ist es indessen eilhafter, statt der ersten die zweite Achse verschieblich zu hen. Es ergibt die Untersuchung die in Abb. 3, Taf. 37 richelt eingezeichneten Kurveneinstellungen, welche zeigen, die erste und zweite Achse stets aufsen, die fünfte Achse s innen, aufserdem die vierte Achse noch bei R = 200 m n anläuft.

Die Ergebnisse der Rechnung sind folgende:

R in m	200	400	600	800
x_1 in m	3,74	4,2	4,2	4,2
n_1 in Einheiten μQ . . .	3,24	3,34	3,34	3,34
n_2 » » » . . .	1,9	1,92	1,92	1,92
n_4 » » » . . .	1,06	—	—	—
n_5 » » » . . .	1,88	1,8	1,8	1,8
w_{er} in kg/t	2,2	1,2	0,8	0,6
$w_{3b} = 460 : R$	2,3	1,15	0,77	0,58

Es zeigt sich, dafs in allen Kurven die Radialstellung enüber der T_{16} mehr nach vorne, also in eine für den venwiderstand günstigere Lage gedrückt wird. Aus den stanten k der Gl. w_{3a} und w_{3b} ergibt sich eine Vermin- ng von w durch obige Abänderung um 12,5 %. Abgesehen von erzielt man durch die Abänderung auch noch eine sere geführte Länge und damit einen ruhigeren Lauf in Geraden. Mit einer Achsverschieblichkeit von 26 mm, sie bei der T_{16} vorhanden ist, kommt man auch bei der eänderten Achsanordnung reichlich aus. Für die G_{10} dürfte er die letzte Art der Achsanordnung die richtigere sein. gen der um weniges gröfseren Achsabstände wird eine wächung des Spurkranzes der dritten Achse erforderlich , die aber auch bei der jetzigen Ausführung schon vor- den ist.

4a. 1 D 1 - Lokomotive

schwenkbaren Laufachsen (Abb. 4, Taf. 37). Es sind Bissel- sen angenommen mit einer Deichsellänge von 1900 mm. In er Art ist diese Lokomotive als $T_{14}{}^1$ gebaut mit der Ab- chung, dafs die Laufachsen nach Textabb. 18 angelenkt sind. rbei sind die Bögen der Punkte B und C um A durch en um D und E ersetzt. Es sind dann entweder die Zapfen B und C ohne Spiel gelagert, wobei der Zapfen A in einem gloch geführt ist und aufserdem noch etwas seitliches Spiel tzen mufs (z. B. $T_{14}{}^1$), oder A besitzt kein Seitenspiel, die Zapfen B und C bewegen sich ebenfalls in Lang- ern (z. B. G_{12}). Die Kräfteübertragung auf den Haupt- men ist in beiden Fällen eine andere. Die genaue Ver- ung der Verhältnisse wird nur verwickelt, ohne das gesamte ebnis wesentlich zu beeinflussen. In Anbetracht der sonstigen nachlässigung viel wichtigerer Einflüsse ist daher auch im enden bei allen Bisselachsen A allein als fester Drehpunkt enommen.

Die Rückstellung der Laufachsen geschieht bei der $T_{14}{}^1$ durch Blattfedern. Die Rückstellkraft $p = P : \mu Q$ für die ganze Achse in Abhängigkeit des Seitenausschlages f ist in Textabb. 20 aufgetragen.

Die Radialstellungen der Laufachsen ergeben sich nach Textabb. 19 für die erste Achse zu

$$x_1 = (d_1{}^2 - x_2^2 - l^2) : 2 \times l$$

x_2 wird vorbehaltlich späterer Änderung angenommen. Der seitliche Ausschlag ist $f_1 = l\varphi$. Ferner ist $R\varphi = d_1 + l + x_1$. Also folgt

$$f_1 = (d_1 + l + x_1)\frac{l}{R}.$$

Für die Hinterachse gilt $f_6 = (d_6 + l - x_6)\frac{l}{R}$. Wenn x_2 genommen ist, ist d_6 bekannt; es ist dann leicht f_6 und x_6 zugehörig so zu bestimmen, dafs die Gleichgewichtsbedingungen erfüllt sind.

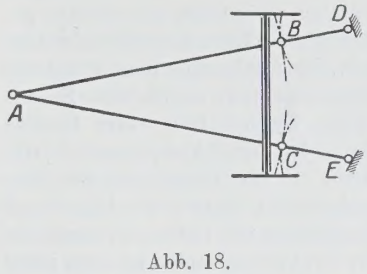


Abb. 18.

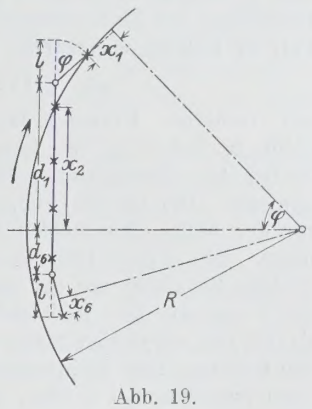


Abb. 19.

In den Gleichungen für die Richtkräfte ist die Abweichung der einzelnen Kraftrichtungen von der Fahrzeuglängsachse und senkrecht dazu infolge des Ausschlags f vernachlässigt.

Die Untersuchung zeigt, dafs der Hauptrahmen in allen Kurven natürliche Radialstellung einnimmt. Die Radialstellung ist aber für jede Kurve eine andere, da mit R auch f und p sich ändern. Jedoch liegen die Werte x_2 unwesentlich voneinander, so dafs mit einem mittleren $x_2 = -3{,}75$ m gerechnet ist. Die Werte für m_5 sind daher nicht genau 0, sondern weichen auf der zweiten Dezimalen um einen geringen positiven oder negativen Betrag von 0 ab. Dennoch ist mit $-x_2 = 3{,}75$ gerechnet, was auf das Gesamtergebnis keinen nennenswerten Einfluss hat.

Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse:

R in m	200	400	600	800
x_1 » »	0,1	0,1	0,1	0,1
$-x_2$ » »	3,75	3,75	3,75	3,75
x_6 » »	0,65	0,08	0,1	0,11
f_1 » mm	59,4	29,7	19,8	14,85
f_6 » »	23,7	14,7	10,0	7,7
$-m_1$ » Einheiten μQ . . .	2,1	1,42	1,2	1,08
$-m_2$ » » » . . .	1,428	2,286	2,574	2,722
m_5 » » » . . .	—	—	—	—
m_6 » » » . . .	1,112	—	—	—
w_{er} » kg/t	0,472	0,366	0,282	0,226
$w_{4a} = 200 : (R + 250) + 0{,}05$	0,495	0,358	0,285	0,24

Die Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse zeigt, dafs w sehr gering ist und sich kaum mit R ändert. Es geht hieraus hervor, wie äufserst vorteilhaft die Anordnung von Schwenkachsen ist. Infolge des geringen Wertes von x_1 ist eine Erhöhung von m_1 und damit eine Verringerung von m_2 (absolut genommen!) sehr erwünscht, was durch Erhöhung der Rückstellkraft erreicht wird. Es wird dadurch w erheblich herabgesetzt. (Bei Erhöhung von P auf das doppelte ergibt sich beispielsweise für

R =	400	600	800 m
w =	0,212	0,21	0,193 kg/t,

also ein fast konstanter Wert.) Denn es ergibt sich ja im vorliegenden Falle ein negativer Beitrag der ersten Achse zu w, da x_1 positiv ist, d. h. die erste Achse überradial steht. Dies wiederum zeigt den Vorteil eines kurzgehaltenen Deichselarmes. Die Erhöhung von m_1 darf natürlich keine für die Entgleisung gefährliche Gröfse erreichen. Ein unruhiger Kurvenlauf durch Verkürzung von l ist auch durch entsprechende Gröfse von P zu vermeiden. Je höher P ist, desto ruhiger ist auch dazu der Lauf in der Geraden. Bei R = 200 m wird die sechste Achse durch das innere Gleis gehindert, sich der radialen Einstellung zu nähern und läuft an. Hierdurch wird w um ca. 11% erhöht. Bei kürzerem Deichselarm würde bei gleichem Ausschlag f_6 der Wert x_6 kleiner, also auch die Erhöhung von w kleiner werden. Natürlich ist der Verkürzung der hinteren Deichsel eine Grenze gesetzt dadurch, dafs sie bei Rückwärtsfahrt auch als vordere Deichsel laufen mufs. Als Schlufsfolgerung ergibt sich also, dafs es für jede Lokomotive mit Schwenkachsen eine günstigste Bemessung der Rückstellfedern und Deichsellängen gibt, die von Fall zu Fall zu untersuchen ist.

4b. 1D1-Lokomotive

mit vorderem Krauss-Drehgestell und hinterer Adamsachse (Abb. 5, Taf. 37). Die Lokomotive entspricht der jüngst gebauten P_{10}. Bezüglich der Rechnung sei kurz auf folgendes hingewiesen. Der ideelle Drehpunkt der Adamsachs liegt 2000 mm vor der Achse. Die Rückstellung geschieht durch eine Spiralfeder. Die Achse läuft in allen Kurven frei. Ihre Radialstellung liegt kurz vor der Achse. Die Kraftkomponente $2\,\mu Q_L \cos\beta$ ist mit der Rückstellkraft P im Gleichgewicht. Die Kräfte $\mu Q_L \sin\beta$ übertragen sich direkt durch die Lager auf den Rahmen. Ihre Richtungsabweichung von Fahrzeuglängsachse kann vernachlässigt werden. Der Drehgestellzapfen ist nach jeder Seite 75 mm verschieblich und wird durch Blattfedern in Mittelstellung gehalten. Hierdurch wird die Untersuchung in engen Kurven etwas weniger einfach. Aufserdem ist die vordere Laufachse in gleicher Weise wie die Adamsachse durch eine Spiralfeder in Mittelstellung gehalten. Die Verschiedenheit der Raddrucke ist in Rechnung gezogen und zwar $Q_L = 0{,}88\ Q_T$. Die Federkräfte p sind aus Textabb. 20 ersichtlich. Für die Blattfedern am Drehgestellzapfen ist p in Einheit μQ_T, für die Spiralfedern an den Laufachsen in Einheit μQ_L über die Verschiebung f des Angriffspunktes der Feder aus Hauptrahmenmitte aufgetragen. Im übrigen erfordert der Rechnungsgang gegen die früheren Rechnungen nichts Neues.

Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	1,4	1,4	1,4	1,4
$-x_2$ » »	6,37	7,35	7,65	8,4
x_6 » »	0,43	0,08	0,07	0,06
f_1 » mm	114,6	78,9	69,2	59,3
f_2 » »	70	53	51,3	44,6
f_6 » »	34	14	9,3	6,9
$-m_1$ » Einheiten μQ_L . .	3,464	3,166	2,696	3,008
$-m_2$ » » μQ_T . .	2,444	2,3	2,648	2,22
$-m_3$ » » » . . .	—	—	0,1	0,208
$-m_4$ » » » . . .	—	1,86	1,9	1,94
m_5 » » » . . .	0,324	—	−0,825	−1,854
m_6 » » μQ_L . .	0,35	—	—	—
w_{er} in kg/t	1,55	0,97	0,75	0,645
$w_{4b} = 240 : R + 0{,}35$ . . .	1,55	0,95	0,75	0,65

Bei R = 200 m laufen also die erste, zweite, fünfte und sechste Achse an. Die vierte verschiebliche Achse kommt noch nicht zum Anlaufen. Bei R = 400 m reicht das Seitenspiel der vierten Achse von 25 mm aus, diese aufsen anlaufen zu lassen. Die fünfte und sechste Achse läuft frei. Bei R = 600 und 800 m reicht die Federkraft am Zapfen nicht mehr aus (da die Verschiebung f_z zu klein ist), um die dritte Achse von der Schiene abzuhalten; auch Achse 3 läuft aufsen an. Durch die Federkräfte des Drehgestells wird ferner noch der Hau rahmen so weit gedreht, dafs auch die fünfte Achse auf anläuft. Die sechste Achse allein läuft frei. Die Un suchung zeigt, dafs der Widerstand der P_{10} selbst noch bei rücksichtigung des gröfseren Radstandes erheblich höher als der der $T_{14}{}^1$. Dies liegt vor allem daran, dafs das Kra Gestell niemals eine radiale Einstellung der vorderen La achse gestattet. Bei der P_{10} ist z. B. durch die Abmessun des Drehgestells stets $x_1 = -1{,}4$ m, während bei Schwenkach

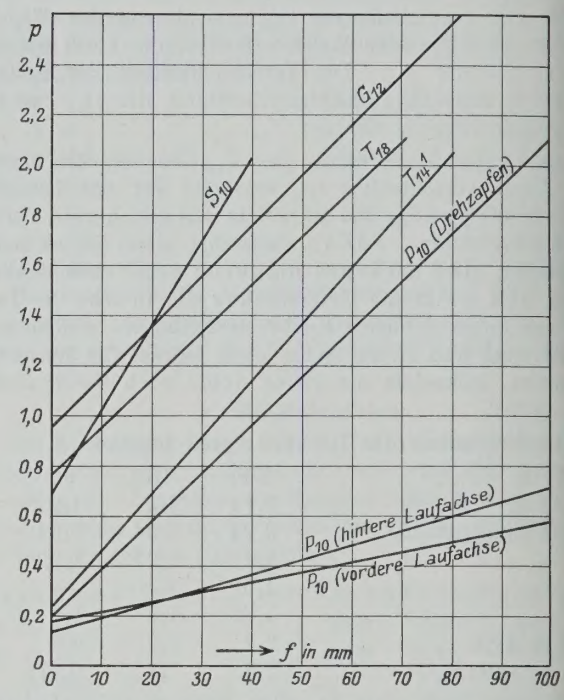


Abb. 20.

x_1 sogar positiv gemacht werden kann, so dafs der Beitrag w negativ wird. Bezüglich des Kurvenwiderstandes müs daher die Schwenkachsen vor den Krauss-Gestellen den Vor erhalten. Immerhin wäre bei der P_{10} noch w zu erniedrig durch stärkere Rückstellkraft der vorderen Laufachse. Hi durch würde m_1 erhöht, m_2 heruntergesetzt. Ersteres ist n gut zulässig, letzteres sehr erwünscht, da auf m_2 im v liegenden Falle infolge des grofsen x_2 mehr als 60% gesamten Widerstandes entfallen. Auch an den übrigen Räd könnte dadurch eine Verkleinerung von w erreicht werden.

Ob es nicht zweckmäfsiger wäre, den Spurkranz dritten Achse ungeschwächt auszuführen unter gleichzeiti Erhöhung der Drehgestellfederkräfte und Fortfall der Rü stellkraft der Adamsachse, möge hier nicht weiter erört werden. Zur Verhütung des Anlaufens der Adamsachse stän auch einer Verkleinerung des Abstandes des ideellen Dr punktes von der Achse wohl nichts im Wege.

5. 1 E-Lokomotive

mit vorderer Bisselachse. Der Hauptrahmen ist an der Schwe achse mit Pendeln nach Textabb. 21 aufgehängt. Die Rückst wirkung hierdurch ist ohne weiteres zu erkennen. Die Grö der Rückstellkraft p für die ganze Achse als Funktion Seitenausschlags f ist in Textabb. 20 dargestellt (G_{12}). Es p in Einheiten μQ_L aufgetragen, wobei Laufraddruck $Q_L = 6{,}$ $\mu = 0{,}2$ eingesetzt ist. Alle übrigen in Frage kommenden Da enthält Abb. 6, Taf. 37. Die Verschiedenheit der Lauf- u Triebraddrucke ist in der Rechnung berücksichtigt, und zw mit $Q_L = 0{,}814\ Q_T$.

Die Lokomotive nimmt im allgemeinen natürliche Radi stellung ein, wobei die erste, zweite, dritte und sechste Ac anlaufen. Die genauen Radialstellungen weichen nur wesentlich von $-x_2 = 4$ m ab. Bei R = 200 m tritt Spie

ɜ auf. Es wird aber infolge der Rückstellkraft m_2 gerade ~ 0. Ergebnis der Rechnung ist aus der Zusammenstellung ersichtlich.

usammenstellung der Rechnungsergebnisse.

R in m	200	400	600	800
x_1 » »	0,332	0,395	0,395	0,395
x_2 » »	3,76	4	4	4
f_1 » mm	62	32,8	21,8	16,4
m_1 » Einheiten μQ_L .	1,922	1,354	1,134	1,034
m_2 » » μQ_T .	—	0,268	0,406	0,469
m_3 » » » .	1,89	1,91	1,91	1,91
m_5 » » » .	1,678	—	—	—
m_6 » » » .	1,864	1,86	1,86	1,86
w_{er} » kg/t	0,82	0,41	0,285	0,22
= 180 : (R + 20) . .	0,818	0,428	0,29	0,22

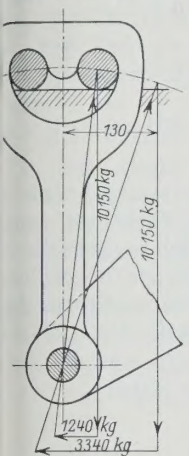


Abb. 21.

Die Konstruktion der Wiegenaufhängung zeigt sich als eine sehr vorteilhafte für den Kurvenwiderstand. Die Rückstellkraft P wächst bedeutend weniger stark mit f und ermöglicht vor allem einen viel höheren Wert P für f = 0, als es bei Blattfedern möglich ist. Hierdurch ist eine gleichmäfsigere Entlastung von m_2 bei den verschiedenen Kurven radien möglich. Diese Entlastung kann für kleine Ausschläge der Achse (R = 800 m) schon grofs genommen werden, ohne für gröfsere Ausschläge zu stark zu werden, so dafs $m_2 < 0$ würde (absolut genommen!).

6. 2 C-Lokomotive

mit zweiachsigem vorderem Drehgestell ($S_{10}{}^1$). Die Achsdrucke, -abstände usw. aus Abb. 4, Taf. 36 ersichtlich. Die Blattfedern für den ıgestellzapfen sind mit etwa 1200 kg Vorspannung eingesetzt haben bei f_z = 40 mm eine Spannkraft von 3600 kg oder μQ_T, wenn Q_T = 8,5 t, μ = 0,2 eingesetzt wird. Die erkraft p als Funktion des Drehzapfenausschlags f_z ist in abb. 20 in Einheiten μQ_T eingetragen. Die Rechnung ist erst einfach. Die natürliche Radialstellung des Hauptıens liegt bei $-x_3$ = 3,5 m. Hierbei ist p = 1,94, entchend f_z = 37 mm. Die natürliche Radialstellung des ıgestells bei p = 1,94 liegt bei $-x_1$ = 2,13 m. Bei = 200 m läuft die erste Achse aufsen, die dritte und fünfte se innen an; der Drehgestellzapfen legt sich gegen den ıgestellrahmen. Bei R = 400 m läuft Achse 1 allein an. R = 600 m läuft Achse 3 bereits aufsen an. Hierdurch p kleiner und die natürlichen Radialstellungen von Drehell und Hauptrahmen verschieben sich etwas. Das Ergebnis Rechnung enthält die folgende Zusammenstellung:

R in m	200	400	600	800
x_1 » »	2,09	2,13	2,16	2,2
x_3 » »	2,35	3,5	3,7	3,8
f_z » mm	40	37	32,5	24,8
m_1 » Einheiten μQ_L	3,992	3,888	3,78	3,594
m_3 » » μQ_T	0,886	—	— 0,324	— 0,784
m_5 » » »	0,824	—	—	—
w_r » kg/t . . .	0,865	0,435	0,323	0,28
= 150 : R + 0,1 .	0,85	0,475	0,35	0,288.

st zu $\frac{15}{17} Q_T$ in Rechnung gesetzt.

Die zweiachsigen Drehgestelle sind, wie ersichtlich, für Kurvenwiderstand äufserst vorteilhaft. Es wird w um so ıger, je kleiner der Achsstand der Drehgestelle ist. Der venwiderstand kann zwar nie so gering werden, wie es bei venkachsanordnung (vergl. $T_{14}{}^1$) erreichbar ist. Dafür haben die zweiachsigen Drehgestelle den Vorteil der ruhigeren Führung. Die Abnutzung der Radreifen ist gleich der Widerstandsarbeit. Diese ist für die Bogeneinheit WR = const., wenn nur die erste Achse des Drehgestells führt, z. B. bei R = 400 m, und wächst bei R = 800 um 29 %. Abgesehen von der Geschwindigkeit, die für die Wahl der Kurvenradien ins Gewicht fällt, würden für Lokomotiven mit vorderem zweiachsigem Drehgestell engere Kurven (d. h. solche, in denen nur die erste Laufachse anläuft) am günstigsten sein bezüglich des Widerstandes und damit der Radreifenabnutzung.

Die Bemessung der Rückstellfedern des Drehgestells der $S_{10}{}^1$ mufs nach dem Ergebnis der Untersuchung als zweckmäfsig betrachtet werden. Wenn allerdings enge Kurven (vergl. R = 200 m) nicht durchfahren zu werden brauchten, würde nach dem oben Gesagten zwar eine Verstärkung der Federn noch vorteilhaft sein. Bei R = 200 m legt sich, wie schon erwähnt, der Drehzapfen gegen den Drehgestellrahmen. Er drückt die zweite Achse nach aufsen und erhöht m_1, verkleinert aber auch x_1. W wird durch diese Einstellung zwar erniedrigt, aber äufserst wenig (w = 0,865 gegen 0,87 bei Führung durch Achse 1 allein, wenn dies durch genügendes Spiel im Gleis möglich wäre).

Die Anbringung einer hinteren Laufachse beim Übergang zur 2 C 1-Type ist kaum von nennenswertem Einflufs auf w, solange diese Achse sich frei im Gleis einstellen kann. Kommt sie zum Anlaufen, was bei engen Kurven eintreten kann, wenn der zur freien Einstellung erforderliche Seitenausschlag durch das Gleisspiel nicht ermöglicht wird, oder wird eine Rückstellvorrichtung angebracht, so wird w stärker vergröfsert. Die Gröfse einer eventuellen Rückstellkraft fällt für w am meisten ins Gewicht. Der Kurvenwiderstand ist am kleinsten für die Rückstellkraft P = 0.

7. 2 C 2 Lokomotive

mit vorderem und hinterem zweiachsigen Drehgestell (T_{18}). Die Lokomotive ist, wie aus Abb. 5, Taf. 36 ersichtlich, mit symmetrischem Laufwerk gebaut. Die Raddrücke sind alle gleich zu 7,5 t in Rechnung gesetzt, so dafs der errechnete Widerstand etwa als Mittelwert für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt angesehen werden kann. Die Rückstellfeder für die Drehgestellzapfen übt die in Textabb. 20 dargestellte Kraft p in Einheiten μQ aus beim Ausschlag f_z aus der Mittelstellung. Bei R = 200 m wird die Triebachse von der Aufsenschiene infolge des beschränkten Seitenausschlages der Drehzapfen abgezogen. Es laufen die erste und sechste Achse aufsen, die fünfte innen an. Die am hinteren Drehzapfen auftretende Richtkraft verschiebt den Zapfen um 1,9 mm nach aufsen. Bei R > 200 m tritt zunächst natürliche Einstellung auf, d. h. Führung durch erste und sechste Achse allein; bei R = 400 m läuft aber bereits die dritte Achse aufsen an. Bei Nichtanlaufen der fünften Achse wird die Richtkraft am hinteren Drehzapfen nie gröfser als die Vorspannkraft, so dafs dann ein Ausschlag des hinteren Drehzapfens aus Mittelstellung nicht erfolgt. Die Richtungsabweichung der Zapfendrücke von der Senkrechten auf die Längsachse der Lokomotive bzw. der Drehgestelle ist vernachlässigt; die Zusammenstellung zeigt das Ergebnis der Untersuchung.

Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse.

R in m	200	400	600	800
$-x_1$ » »	2,1	2,2	2,3	2,4
$-x_3$ » »	3,5	3,71	3,71	3,71
$-x_6$ » »	2,35	2,5	2,5	2,5
f_z vorn in mm . .	70	37,5	25,2	19
f_z hinten in mm .	1,9	—	—	—
$-m_1$ in Einheiten μQ	3,944	3,56	3,438	3,378
$-m_3$ » » »	—	1,02	1,36	1,754
m_5 » » »	0,652	—	—	—
$-m_6$ » » »	3,1	2,864	2,824	2,686
w_{er} » kg/t . . .	1,26	0,72	0,51	0,41
$w_7 = 360 : (R + 90)$.	1,24	0,735	0,521	0,405.

Zusammenstellung der Widerstandswerte für Lokomotiven.

Lfd. Nr.	Type	Bezeichnung	Besondere Angaben	Fahrtrichtung	w in kg/t für R = 200 m	400 m	600 m	800 m	w_n
1a	1 C	T_{12}	Vorderes Krauss-Drehgestell	Vorwärts	1,06	0,525	0,34	0,265	210 : R
1b	1 C	T_{12}	Vorderes Krauss-Drehgestell	Rückwärts	2,34	1,11	0,74	0,56	460 : R
2a	D	T_{13}	Vierte Achse verschieblich	Vorwärts	2,12	1,06	0,71	0,53	424 : R
2b	D	T_{13}	Vierte Achse verschieblich	Rückwärts	3,01	1,52	1,02	0,76	604 : R
3a	E	T_{16}	Erste und fünfte Achse verschieblich	Vorwärts	2,48	1,26	0,84	0,63	500 : R
3b	E	—	Zweite und fünfte Achse verschieblich	„	2,2	1,2	0,8	0,6	460 : R
4a	1 D 1	T_{14}^1	Erste und sechste Achse schwenkbar	„	0,472	0,366	0,282	0,226	$\frac{200}{R+250}+$
4b	1 D 1	P_{10}	Vorderes Krauss-Gestell und hintere Adamsachse	„	1,55	0,97	0,75	0,645	$\frac{240}{R}+0,$
5	1 E	G_{12}	Vordere Bisselachse	„	0,82	0,41	0,285	0,22	$\frac{180}{R+20}$
6	2 C	S_{10}^1	Vorderes zweiachsiges Drehgestell	„	0,865	0,435	0,323	0,28	$\frac{150}{R}+0,$
7	2 C 2	T_{18}	Zweiachsiges Drehgestell vorn u. hinten	„	1,26	0,72	0,51	0,41	$\frac{360}{R+90}$

Es ergibt sich, dafs die Abmessungen der T_{18} für eine Drehgestellanordnung als zweckmäfsig angesehen werden müssen. In ihrer früheren Ausführung mit 40 mm Drehzapfenverschieblichkeit war sie für engere Kurven durchaus ungeeignet. Schon bei 70 mm Verschieblichkeit zeigt sich ein Anlaufen der fünften Achse in Kurven von 200 m Radius. Diese Kurveneinstellung darf als »gezwängt« bezeichnet werden. Allerdings ist im vorliegenden Fall der Einfluſs nur gering. Er erhöht w gegenüber der natürlichen Einstellung von 1,23 kg/t auf 1,26 kg/t, also nur um 2,4 %. Er wächst aber stark mit der Verringerung der Zapfenverschieblichkeit und kann den Schienendruck am ersten Rade über das für die Entgleisung kritische Mafs steigern. Der vordere Zapfendruck bei R = 200 m ist 3470 kg. Eine Erhöhung der maximalen Federspannung von 3160 auf etwa 3400 kg in Verbindung mit einer starken Erhöhung der Vorspannkraft könnte noch als vorteilhaft für w bei gröfseren Kurvenradien erscheinen, worauf ja bei den früher behandelten Lokomotiven schon hingewiesen wurde.

Eine Schwächung des Spurkranzes der vierten Achse ist, wie auch aus Abb. 5, Taf. 36 ersichtlich, bei einer Drehzapfenverschieblichkeit von 70 mm nicht erforderlich. Immerhin erscheint sie nicht unzweckmäfsig für den Übergang von Vorwärts- in Rückwärtsfahrt und umgekehrt.

Zusammenfassung.

Aus den Kurven der Abb. 2, Taf. 36 ist die Verschiedenartigkeit des Kurvenwiderstandes der Lokomotiven je nach der Art des Laufwerks ersichtlich. Sie sollen aber keineswegs die Verhältnisse darstellen, wie sie bei dem Kurvenlauf der Lokomotiven tatsächlich auftreten. Dafür spielen noch zu viele andere wichtige Faktoren mit, wie Massenkräfte, Zugkräfte und auch die Wirkung der Tenderkupplung*). Die Untersuchung ihrer Einflüsse auf den Kurvenwiderstand mufs einer besondern Arbeit vorbehalten bleiben. Bezüglich der Zugkraft sei noch beiläufig darauf hingewiesen, dafs Uebelacker (im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Beilage 1903) durch Addition der Arbeiten aller Einzelkräfte am Fahrzeug beim Durchlaufen einer Kurve errechnet, dafs beispielsweise bei einer steifachsigen D-Lokomotive mit zunehmender Zugkraft der Widerstand erst langsam wächst, von einer Zugkraft $Z = 5\,\mu Q$ aber erheblich zunimmt und bei $Z = 6{,}2\,\mu Q$ um etwa 27 % gröfser ist als bei leerlaufender Lokomotive. Für Belastungstafeln, Fahrpläne und dergl. wird eine Schätzung von w an Hand der Kurven genügen, da w an sich nicht grofs ist und auch die Lokomotive im Verhältnis zum gewicht von geringer Bedeutung ist. Viel wichtiger ersch es, durch die Untersuchungen ein Mittel zur Beurteilung einzelnen Laufwerkskonstruktionen gegeben zu haben, da immerhin angenommen werden kann, dafs die tatsächli Verhältnisse bei den einzelnen Typen sich wie die bei untersuchten theoretischen Fall verhalten werden.

*) Dr. Ing. Heumann: „Zum Verhalten von Eisenbahnfahrzeugen in Gleisbogen“ (Organ f. d. F. d. E. 1913).

Anhang.

Einfluſs der Fliehkraft.

Da die bei der Kurvenbewegung auftretende Flieh der ausgeführten Gleisüberhöhung nicht bei allen Geschwi keiten entsprechen kann, so tritt im allgemeinen eine nach a oder innen gerichtete Zentralkraft auf, die selbstverständlich jede andere am Fahrzeug angreifende äufsere Kraft in Gleichung zur Bestimmung der Richtkraft an einem führe Rad (Gl. 7 und 7a) eingeht. Als höchstes Mafs des U schiedes zwischen erforderlicher und wirklich vorhandener Ü höhung kann 85 mm angesehen werden für V = 120 km/ R = 1300 m und einer ausgeführten Überhöhung von 45 Der Einfluſs der freien Fliehkraft auf den Kurvenwiders ist um so gröfser je kleiner der Radstand ist, am grö also bei dem zweiachsigen Drehgestell (2,5 m Radstand) D-Zugwagens. Die freie Fliehkraft, in der Mitte des Drehge am Zapfen angreifend, ist $C_{max} = 4\,Q \cdot 85 : 1435 = 0{,}2$ oder $= 0{,}236 : \mu$ in Einheiten $Q\mu$. Gl. 6) wird in der w = (1000 μ : zR) xB geschrieben. Mit Berücksichtigung C_{max} werde B = B′ und x = x′. Dann ist der Einfluſs C_{max} gegeben durch $\xi_F = x'B' : xB$. Die Werte sind stehend zusammengestellt:

μ	x	x B	x′	x′B′	ξ_F
1/4	2 8	7,32	2,65	8,32	1,135
1/5	2,8	7,32	2,6	8,45	1,15
1/6	2,8	7,32	2,55	8,6	1,17

Der Widerstand ändert sich kaum mit μ, er erhöht äufsersten Falles um etwa 15 %. Die Fliehkraft ruft eine Veränderung der Achsdrucke hervor, auch für C = G Nur ist für den letzten Fall der Einfluſs an allen Rädern gl In jedem Falle ist er sehr gering und spielt keine Rolle

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
riftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 15. Oktober 1927 Heft 19

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

ericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Safsnitz am 1. bis 3. Juni 1927.

Unter dem Vorsitz des Herrn Ministerialrates, Direktor marjay (Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen) der Technische Ausschufs des Vereins seine 105. Sitzung afsnitz am 1. bis 3. Juni ab. Namens der Reichsbahntion Stettin, in deren Bezirk die Tagung stattfand, bete Herr Reichsbahndirektionspräsident Lohse die Teiler und hiefs sie auf Rügen herzlich willkommen.

Aus den Beratungsgegenständen sei nachstehendes hervorben:

1. Güteprobensammlung 1925/26.

Die Bearbeitung der Güteprobensammlung entspricht in und Ausführung dem Jahrgang 1924/25. Neu hinzummen sind die Tafeln »Achsen für Triebwagen« und »Stehn aus Phosphorbronze«. Für Schraubenkupplungen sind in der vorliegenden Güteprobensammlung für die verdenen Teile mit der dafür vorgeschriebenen Stoffgüte beere Tafeln aufgestellt.

Von den gemeldeten Versuchen entfallen:

57 647	Stück	= 84,5 %	auf Zerreifsversuche,
8 293	«	= 12,2 %	auf Schlagversuche,
211	«	= 0,3 %	auf Fallversuche,
2 050	«	= 3,0 %	auf Kugeldruckversuche.
68 201	Stück	= 100,0 %	

Die Zahl der Versuche (im Berichtsjahr 1924/25 waren 5185) ist in diesem Berichtsjahr bedeutend höher. Sie le hauptsächlich durch die Einführung der neuen verten Schraubenkupplungen bedingt. Gegenüber dem Vore wurden für diese Teile etwa 37 000 Zerreifsversuche r ausgeführt.

Die Güteprobensammlung kann von der Geschäftsführenden valtung des Vereins Berlin W 9, Köthener Strafse 28/29 lich erworben werden.

Ergänzungen der Anlage II des VWUe durch timmungen über Befestigung der Wagendecken.

Der Ausschufs ist der Ansicht, dafs die Bestimmungen über Befestigung und Zusammenschnürung der Decken nicht nur Ladung gegen Funkenflug schützen, sondern auch Betriebshren verhüten sollen, die durch das Aufblähen der Decken, nders auf Strecken mit elektrischer Fahrleitung, entstehen ıen. Die Bestimmungen im zweiten Absatz der Ziffer 1 des der Anlage II des VWUe müssen daher allgemein auf alle Decken versehenen Ladungen angewendet werden. Demlge wurden folgende Neufassungen an den Vereinswagenchufs weitergeleitet:

§ 8 der Anlage II V W Ue erhält folgende Fassung:

1. Decken auf Ladungen müssen gut erhalten sicher befestigt sein. (TE. Art. VI § 56). Die cken müssen an den Seiten und an den Stirnen der Wagen mit festen Stricken so straff ebunden sein, dafs sie durch den Wind an ner Stelle gehoben werden können. Dabei d alle freiliegenden Ösen der Decken zu utzen. Aufserdem müssen die Decken bei Ladungen, die die Wagenwände oder Rungen überragen durch zwei quer zur Längsachse des Wagens laufende Stricke auf die Ladung niedergehalten werden; diese Stricke müssen am Wagen fest angebunden sein.

Draht darf weder zum Anbinden noch zum Niederhalten der Decken verwendet werden.

2. Ladungen, die aus leicht feuerfangenden Gegenständen bestehen, müssen durch Decken gesichert sein (vgl. § 24). Die bisherigen Ziffern 2—4 erhalten die Ziffern 3—5.

In § 24 der Anlage II VWUe ist als neue Ziffer 4 anzufügen:

4. Wegen der Verladung leicht feuerfangender Gegenstände vgl. auch § 8 Ziff. 1 und 2.

3. Abänderung des Verzeichnisses der Abkürzungen der Vereinsgüterwagenparkverzeichnisse.

Bei der Neuaufstellung des »Verzeichnisses der Abkürzungen für die Vereinsgüterwagenparkverzeichnisse« wurde der Wunsch der Österreichischen Bundesbahnen, für die Vakuumbremsarten die in Österreich innerdienstlich angewendeten Abkürzungen zu verwenden, berücksichtigt.

4. Baustoffrage der Bremsklötze.

Aus der bei einzelnen Verwaltungen unternommenen grofsen Anzahl von Untersuchungen wurde als Endergebnis für die Wahl eines Bremsklotzbaustoffes jener Baustoff als der zweckmäfsigste bezeichnet, der den von der Deutschen Reichsbahn aufgestellten und bereits seit geraumer Zeit in Kraft befindlichen Lieferungsbedingungen für Bremsklötze hinsichtlich Härte und chemischer Zusammensetzung entspricht. Bei der grofsen Wichtigkeit der Frage eines zweckmäfsigen Bremsklotzbaustoffes werden allen Verwaltungen die nachstehenden, als zweckmäfsig befundenen Forderungen hinsichtlich Materialbeschaffenheit zur Berücksichtigung empfohlen:

Die fertig gegossenen Bremsklötze sollen aus Gufseisen mit folgender Zusammensetzung bestehen:

Gesamter Kohlenstoff	2,8—3,4 v. H.
Graphit	1,6—2,6 v. H.
Silizium	1,5—2,0 v. H.
Mangan	0,3—0,5 v. H.
Phosphor	unter 0,8 v. H.
Schwefel	unter 0,18 v. H.

die Brinellhärte soll 195 ± 25 betragen.

Eine Aufnahme dieser Empfehlung in die »Technischen Vereinbarungen« wurde als zu weitgehend nicht beschlossen.

5. Ergänzungen der Bestimmungen im § 30 der Anlage I zum VWUe über die Zurückweisung von Wagen wegen Schäden an den Spurkränzen.

Entsprechend dem Beschlufs des Technischen Ausschusses in der Sitzung in Friedrichshafen (vgl. Organ 1926, Heft 14, S. 309) hatte die Geschäftsführende Verwaltung die Vereinsverwaltungen ersucht, die vom Wagenübergangsausschufs vorgeschlagene Lehre zum Messen scharf gelaufener Spurkränze zu erproben.

Auf Grund der von einzelnen Verwaltungen abgegebenen Gutachten waren aufser den bisherigen theoretischen Untersuchungen noch praktische Untersuchungen angestellt worden, um die Entgleisungsmöglichkeiten von Wagen mit scharf gelaufenen Radsätzen an Weichenzungen festzustellen.

Mit Rücksicht darauf, dafs der alte Wortlaut der TE (Art. III § 5 unter A 7) voraussichtlich noch bestehen bleibt, wonach als Grund für die Zurückweisung von Wagen die Bildung einer scharfen Kante am Spurkranz anzusehen ist, diese Bestimmung aber im Betriebe zu Schwierigkeiten führt, da die Entscheidung, was eine scharfe Kante ist, den Bediensteten überlassen ist, wurde es als erwünscht bezeichnet, bald zur Annahme einer Lehre zu kommen. Um festzustellen, ob die in Aussicht genommene Spurkranzlehre geeignet ist, soll diese Lehre beim Übergang von Wagen weiter erprobt werden, und zwar derart, dafs zunächst die Übergangsfähigkeit der Wagen in bisher üblicher Weise festgestellt und dann mit der Lehre nachgeprüft wird, ob sich bei ihrer Verwendung die gleiche Beurteilung ergibt. Für die Beurteilung der Übergangsfähigkeit der Wagen soll aber das bisherige Verfahren (§ 30 Ziff. 7 unter A der Anlage I zum VWUe) zunächst noch mafsgebend sein.

6. Neubearbeitung der »Technischen Vereinbarungen« und »Grundzüge«.

In der Sitzung des Technischen Ausschusses in Amsterdam, Mai 1925, war für die Neubearbeitung der TV und Grz ein Sonderausschufs eingesetzt worden, der für die Bearbeitung vier Gruppenausschüsse gebildet hatte:

A) für den Bau und die Unterhaltung der Bahn,
B) für den Bau und die Unterhaltung der Fahrzeuge,
C/D) für das Fernmelde-, Signal- und Sicherungswesen und für den Betriebsdienst,
E) für den Bau und Betrieb elektrischer Bahnen.

Den Gruppenausschüssen wurden für die Bearbeitung folgende Richtlinien gegeben:

1. Prüfung, welche Bestimmungen als überholt zu streichen sind,
2. Festlegung der Reihenfolge der Bestimmungen,
3. Vorschläge für bessere Fassung der Bestimmungen,
4. Änderungsvorschläge,
5. Aufstellung und Aufnahme neuer Bestimmungen.

Der Sonderausschufs hat beschlossen, Vorschriften für den Bau und den Betrieb elektrischer Bahnen aufzunehmen und diejenigen Vorschriften, die zu den bereits bestehenden TV-Vorschriften in enger Beziehung stehen, in die betreffenden Abschnitte einzuarbeiten. Die Vorschriften, die gänzlich Neues bringen, sind in einen besonderen Abschnitt E — Elektrische Bahnen — zusammenzufassen.

Weiter hat der Sonderausschufs bereits gewisse Richtlinien für die Aufstellung der Vorbemerkungen für die neuen TV gegeben und hierbei die Frage behandelt, wie die Begriffe Hauptbahnen, Nebenbahnen, Lokalbahnen, Anschlufsgleise in den Vorbemerkungen zu erläutern sind.

Die TV sollen so abgefafst werden, dafs die Bestimmungen der TE in ihnen eingearbeitet sind, und dafs die TV eine möglichst breite Grundlage erhalten, doch sollen internationale Bestimmungen nur soweit unbedingt erforderlich in die TV aufgenommen werden. Der Ausschufs ist der Ansicht, dafs es zweckmäfsig sein wird, Begriffserklärungen in die TV aufzunehmen, möchte sie jedoch auf das notwendigste Mafs beschränken.

Die Fortschritte der Eisenbahntechnik in den letzten 20 Jahren bedingen eine Reihe von Änderungen der letzten TV-Ausgabe. Die vom Gruppenausschufs A getroffenen bemerkenswerten Abweichungen sind:

1. Die Schienenlänge, für die bisher als Mindestmafs 9 m und als Höchstmafs 20 m empfohlen war, soll mindestens 15 m betragen; ein Höchstmafs wurde mit Rücksicht auf geschwe Schienen nicht mehr festgestellt.

2. Die Schienen, die nach den bisherigen TV so besch sein müssen, dafs sie einen Raddruck von 7,5 und bei bauten von 8 t aufnehmen können, sollen Achsdrücken 16 t und bei Neu- und Umbauten von 20 t gewachsen

3. Die Vorschriften über die Gleisüberhöhung und Richtungsverhältnisse wurden in Übereinstimmung gebracht den Beschlüssen des TA zu Amsterdam, Niederschrift Nr.

4. In der alten TV ist empfohlen, in Hauptgle Krümmungen unter 300 m nicht anzuwenden. Nach dem wurf der Neufassung sollen bei Bahnen mit Schnellzug- starkem Güterverkehr in durchgehenden Hauptgleisen B mit einem Halbmesser unter 500 m nicht angewendet wer

5. Für die Berechnung der neuen und umzubauen Brücken wurden neue Lastenzüge festgestellt mit Achsdrü bis zu 25 t bei Hauptbahnen und bis zu 20 t bei Nebenbal gegenüber einem Höchstachsdruck von 18 t bei Hauptbal in den bisherigen TV.

6. Der Durchmesser der Lokomotivdrehscheiben und Länge der Schiebebühnen, für die bisher das Mafs von 2 empfohlen war, sollen 23 m betragen.

7. Die in den alten TV enthaltenen Vorschriften Werkstätten wurden gestrichen, weil die Werkstätten k technischen Einrichtungen für den gegenseitigen Verkehr im engeren Sinne auch keine Einrichtungen sind, die für Betriebssicherheit der Eisenbahnen in Betracht kommen.

8. Von der Aufnahme einer Bestimmung über die der Bahnuntersuchungen wurde abgesehen, in dem Ent der Neufassung ist nur bestimmt, dafs die Bahn auf il betriebssicheren Zustand planmäfsig geprüft werden soll.

9. In den Entwurf der Neufassung wurden Vorschri für elektrisch betriebene Bahnen aufgenommen, soweit so vom bautechnischen Standpunkt für nötig erachtet wurden

Die Arbeiten des Gruppenausschusses A sind soweit geschritten, dafs nach Erledigung der den Unterausschü übertragenen Aufgaben und Klärung einiger Fragen d den Sonderausschufs die Neufassung für die noch nicht handelten wenigen Paragraphen fertiggestellt, der Entwurf die Neufassung der Grz aufgestellt und die zweite Lesung vom Gruppenausschufs A zu behandelnden Vorschriften der und der Grz in Angriff genommen werden kann.

Der Abschnitt B der TV — Bau und Unterhaltung Fahrzeuge — ist vom Gruppenausschufs B in Behand genommen. Der Ausschufs ist wegen der Vielseitigkeit von ihm zu bearbeitenden Stoffes und der von Grund vorzunehmenden Umarbeitung genötigt, weitgehende Änderu auch in der äufseren Gestaltung der TV vorzunehmen.

Der bisher aufgestellte Entwurf sieht nur 3 Unterabschn anstatt 4, vor.

Die bisherigen Abschnitte b) Lokomotiven und c) Te sind zu einem Abschnitt zusammengefafst, um Wiederholu zu vermeiden und die Übersichtlichkeit zu erhöhen. Zu wähnen ist, dafs zum Teil die unter dem Abschnit c) »Ten jetzt gegebenen Vorschriften auch für die »Tender« der Ten lokomotiven gelten (§ 111, § 115c). Die eng zusamn gehörenden Sachen sind möglichst zusammengefafst. Die u den bisherigen Abschnitten b), c) und d) besonders behand »Umgrenzung der Lokomotiven, Tender und Wagen« ist u die »Allgemeinen Bestimmungen« aufgenommen, desglei das unter dem bisherigen Abschnitt d) Wagen über »A lager« § 129 und über »Tragfedern« § 130[1] Gesagte, u. a.

Im Verlauf der Beratungen des Gruppenausschusses C der die Aufgabe hat, die Vorschriften für das Fernmel Signal- und Sicherungswesen und für den Betriebsdienst e Überprüfung zu unterziehen, hat dieser Ausschufs mit Rü sicht auf die verschiedenen Sondergebiete, die zu behand

, eine Reihe dem Gruppenausschufs nicht angehörende
ıleute zu seinen Beratungen hinzugezogen.

Zur Prüfung umfangreicher Arbeiten, wie z. B. für die
ung der Bestimmungen des § 160 — Anzahl der Bremsen
owie für die Berechnung und Aufstellung der Bremstafeln
le ein Unterausschufs eingesetzt, der seine Arbeiten
ächst beenden wird.

Der Ausschufs hielt es ferner für erforderlich, für die
Gruppenausschufs E aufgeworfenen Fragen über das
erungswesen, insbesondere für die Frage des Schutzes der
achstromanlagen gegen Starkstrom sowie der Schutz-
ngen, einen gemeinsamen Unterausschufs aus Mitgliedern
Gruppenausschüsse C/D und E einzusetzen, weil bei Fest-
ıngen von Bestimmungen hierüber beide Fachrichtungen
ligt sind.

Der Gruppenausschufs E verfuhr bei seinen Arbeiten so,
diejenigen Bestimmungen über elektrisch betriebene Bahnen,
zu den bereits vorhandenen Abschnitten der Technischen
inbarungen in enger Beziehung stehen, auf diese Abschnitte
eilt wurden und nur diejenigen Bestimmungen, welche
lich neue Gegenstände behandelten, in einen neuen Ab-
itt »Elektrische Bahnen« zusammengefafst wurden. Zu
ersten Stoffgruppe gehören beispielsweise die Vorschriften
elektrische Fahrzeuge, für besondere Vorkehrungen an
bau-, Bahnhofs- und ähnlichen Anlagen für den elektrischen
ieb und die Zusammenhänge zwischen dem Signal- und
meldewesen, den Starkstromeinrichtungen sowie den Be-
serfordernissen der elektrischen Zugförderung. Für den
n Abschnitt E sind folgende Abschnitte in Aussicht
mmen:

1. Allgemeines,
2. Kraftwerke,
3. Leitungen abseits der Bahn,
4. Unterwerke und Umschaltwerke,
5. Streckenausrüstung
   a) Stromzuleitung,
   b) Stromrückleitung.

Die Bearbeitung dieser Stoffeinteilung ergab, dafs die
hnitte »Kraftwerke« und »Unterwerke und Umschaltwerke«
den Technischen Vereinbarungen gänzlich ausgeschaltet
len können. Es handelt sich hier um Fragen überwiegend
cher Art, welche mit der Stoffabgrenzung, wie sie den
nischen Vereinbarungen zugrunde liegt, nicht in Beziehung
en. Aufserdem sind die technischen Einzelfragen auf diesen
eten für absehbare Zeit noch in so lebhafter Entwicklung,
man bindende oder empfehlende Bestimmungen hierüber
edem Falle als Einengung empfunden hätte. Ähnlich ver-
es sich auch mit anderen Fragen der elektrischen Zug-
erung, und der Gruppenausschufs E war daher bemüht,
e Vorschläge auf grundsätzliche Punkte zu beschränken
alles zu vermeiden, was nachträglich als Behinderung in
Entwicklung empfunden werden könnte.

Verhandlungen internationaler Eisenbahnverbände, ins-
ndere über elektrische Zugförderung fanden naturgemäfs
erksame Beachtung bei den Arbeiten der Gruppe E. Zum
hatten die gemeinsamen Arbeiten im Verein Deutscher
nbahnverwaltungen die Grundlage für Beschlüsse beim
rnationalen Eisenbahnverband gebildet; dies betrifft bei-
lsweise die Bestimmungen über elektrische Zugheizung.
eit im Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen Gegen-
de der Verbandsberatungen noch nicht behandelt worden
en, schlofs man sich möglichst den Verhandlungsergebnissen
Verband an. Die Belange des Vereins Deutscher Eisen-
nverwaltungen und besonders die Übergangsvereinbarungen
chen den in ihm vertretenen Einzelverwaltungen lassen es
ch zweckmäfsig erscheinen, die stellenweise sehr allgemein
ltenen Vereinbarungen des Verbandes etwas bestimmter,
hier und da auch ausführlicher zu fassen. Grundsätzlich wurde vermieden, für die Technischen Vereinbarungen Fassungen zu wählen, die nicht durch die allgemeinen Bestimmungen des Verbandes umschlossen werden.

Der Technische Ausschufs stimmte dem Vorgehen des Sonderausschusses bei der Neubearbeitung der TV sowie einer Anregung, die Entstehung und Entwicklung einzelner TV-Bestimmungen zu sammeln, zu.

7. Neubearbeitung des § 76 und der Blätter VIII und IX der TV. betreffend Kupplungen.

Bei Aufstellung des Wortlautes der Vorschriften über die Kupplungen wurde auf die Neubearbeitung der Technischen Vorschriften Rücksicht genommen, demnach sind die in den §§ 76 und 100 (Kupplung mit dem Tender) aufgeführten Bestimmungen zusammengefafst worden.

Die Vorschläge lauten wie folgt: Kupplungen (bisher §§ 76 und 100).

1. Die Fahrzeuge müssen an beiden Enden Schraubenkupplungen haben, ausgenommen Wagen für besondere Zwecke, Fahrzeuge, die im Betriebe dauernd verbunden bleiben, gelten als ein Fahrzeug.

2. Die Bruchlast der Schraubenkupplungen mufs mindestens 65 t betragen.

3. Schraubenkupplungen müssen sich so miteinander verbinden lassen und die Kupplungen zwischen Lokomotive und Tender müssen so beschaffen sein, dafs die Sicherheitskupplung wirkt, wenn die Hauptkupplung unwirksam wird. Schraubenkupplungen mit Sicherheitskupplungen müssen sich in doppelter Weise auch mit Fahrzeugen verbinden lassen, deren Schraubenkupplungen keine Sicherheitskupplungen haben.

5. An den Schraubenkupplungen ist eine Sicherung gegen selbsttätiges Aufdrehen der Schraubenspindel anzubringen für den Fall, dafs die Sicherheitskupplungen nicht eingebracht werden.

5. Kupplungen der im Betriebe nicht ständig verbundenen Fahrzeuge müssen sich mit Schraubenkupplungen verbinden lassen.

6. Schraubenkupplungen mit Sicherheitskupplungen müssen nach Blatt VIII und IX ausgeführt werden und folgenden Vorschriften genügen:

   a) Die Laschen müssen die schwächsten Teile der Kupplung sein.
   b) Die Schraubenspindel mufs so stark sein, dafs sie mit mindestens 60 t belastet werden kann, bevor sie sich streckt.
   c) Der Kupplungsbügel darf sich in dem Durchmesser, der in der Zugrichtung liegt, um 5 mm abnutzen. Um das gleiche Mafs darf sich auch der Kupplungsbolzen abnutzen.

Unter den Begriffen »Kupplungen« sind alle Arten von Kupplungen — Mittelpufferkupplungen, Kurzkupplungen und Schraubenkupplungen — zu verstehen.

Es ist deshalb nur an solchen Stellen von »Schraubenkupplungen« gesprochen, wo ausschliefslich diese Bauart gemeint ist. Da jedoch die Schraubenkupplung zunächst noch die Regelkupplung ist, wurde beschlossen, diese Kupplung bindend vorzuschreiben, Ausnahmen aber, d. h. andere Kupplungen an Wagen für besondere Zwecke zuzulassen. Durch den Zusatz im Absatz 1 ist einerseits die Kupplung zwischen Lokomotive und Tender, andererseits die Kupplung zwischen ständig verbunden bleibenden Wagen (Kurzkupplung oder dergl.) berücksichtigt.

Die in Absatz 2 vorgeschriebene Bruchlast von 65 t ist eine IEV-Bestimmung, für alle Schraubenkupplungen vorgeschrieben. Der Absatz 3 entspricht der bisherigen Fassung des § 76, jedoch ist der Wortlaut etwas geändert, die Bestimmung über Notketten ist gefallen, da solche nicht mehr an Vereinswagen vorhanden sind.

Neu aufgenommen ist die Bestimmung Ziffer 4, wonach an den Schraubenkupplungen eine Sicherung gegen selbsttätiges Lösen vorhanden sein mufs. Die Sicherung ist erforderlich, wenn die Sicherheitskupplung nicht eingehängt wird, wie z. B. bei Güterwagen mit durchgehender Bremse. Die Sicherung ist auch durch den IEV empfehlend vorgeschrieben. Die Ausführungsform soll aber den Verwaltungen überlassen bleiben.

Gleichfalls neu aufgenommen ist die Ziffer 5, da selbsttätige Mittelkupplungen nicht ständig verbundener Fahrzeuge sich mit der Schraubenkupplung verbinden lassen müssen.

Der Aufstellnng des Punktes 6 hinsichtlich der Ausführung der Laschen und Spindeln lagen die Beschlüsse des Internationalen Eisenbahnverbandes zugrunde, die in der Frage der Widerstandsfähigkeit der Wagenkupplungen der im internationalen Verkehr zugelassenen Fahrzeuge in der Sitzung in München, 30. April bis 4. Mai 1925, gefafst worden sind (vergl. IEV-Zeitschrift Nr. 13/14 vom Nov./Dez. 1925, Seite 45).

8. Änderung der Höchstgrenze des Übersetzungsverhältnisses der Handbremsen im § 131 Absatz 7 der TV.

Im Internationalen Eisenbahnverband (vergl. Zeitschrift des Internationalen Eisenbahnverbandes Heft 2/3, vom Dezember 1924/Januar 1925 und Heft 13/14 vom November/Dezember 1925) wurde als gröfstes Übersetzungsverhältnis der Handbremsen der Wert 1 : 1400 festgelegt und aufserdem beschlossen, dafs bei neu zu bauenden Güterwagen eine durch den Bremser an der Kurbel oder dem Handrade ausgeübte Kraft von 50 kg eine Bremskraft von 60 % der Summe des Eigengewichts und des Ladegewichts des Wagens ergeben soll. Bleibt der Bremsklotzdruck unter dem so bestimmten Mindestmafs, so ist am Wagen anzuschreiben, welches Gewicht im Höchstfalle abgebremst werden kann.

Um eine Übereinstimmung des bisherigen Absatzes 7 des § 131 der TV mit der vom IEV angenommenen Fassung zu erreichen, erschien es geboten, den Wortlaut der TV von Grund auf zu ändern.

Da im IEV als gröfstes Übersetzungsverhältnis der Wert 1400 angenommen wurde, war der Wagenbauausschufs sich darüber einig, dafs diese Grenze auch im VDEV festzulegen sei und dafs aus Gründen der Betriebssicherheit nicht mehr höher gegangen werden solle. Es ist vielmehr anzustreben, den Wirkungsgrad der Bremse durch konstruktive Mafsnahmen soweit möglich zu verbessern und die selbsttätige Einhaltung eines kleinen Bremsklotzabstandes sicherzustellen.

Die Fassung des IEV vermerkt nichts über eine höchstzulässige prozentuale Abbremsung. Es wird daher auch im VDEV von einer derartigen Bestimmung abzusehen sein und zwar:

weil eine einwandfreie Festlegung der oberen Grenze für das Abbremsungsverhältnis wegen der Verschiedenartigkeit der Reibungswerte zwischen Bremsklötzen und Rädern einerseits und zwischen Rädern und Schienen andererseits nicht möglich ist, und ferner, weil es wünschenswert ist, eine Bauart der Handbremse zu finden, bei der wie bei einer mit Bremsdruckregler versehenen Druckluftbremse der Klotzdruck bei Beginn der Bremsung ebenfalls über 100 % betragen und mit Abnahme der Geschwindigkeit selbsttätig vermindert werden kann.

Die Vorschrift, dafs mindestens zwei Achsen des Wagens zu bremsen sind, wird nicht mehr für erforderlich gehalten, weil die neue Fassung die Abbremsung von mindestens Achsen in jedem Falle vorsieht.

Der Technische Ausschufs beschlofs, bei der Neubearbei der TV, an Stelle des bisherigen Wortlautes des § 131 A der TV folgende neue Fassung aufzunehmen:

»Die Übersetzung der Spindelbremsen Kurbelhandgriff bis zu den Bremsklötzen d das Verhältnis 1 : 1400 nicht überschreiten.

Das Bremsgestänge mufs so angeord werden, dafs mit einer Kraft von 50 kg an Kurbel ein Bremsklotzdruck von mindest 60 % des Gesamtgewichtes (Eigengewicht Ladegewicht) bei Güterwagen und mindest 60 % des Eigengewichtes bei zwei- und d achsigen Personen-, Post- und Gepäckwa erreicht wird. Bei Ermittlung des Bremskl druckes mufs der Wirkungsgrad des Bre gestänges mitberücksichtigt werden.

Lassen sich diese Bremsklotzdrucke a bei einer Übersetzung von 1 : 1400 nicht reichen, so mufs an diesen Wagen das Gewi angeschrieben werden, von dem 60 % ab bremst sind.

Bei vier- und mehrachsigen Persone Post- und Gepäckwagen mufs die Übersetz im Bremsgestänge 1 : 1400 betragen.«

9. Störende Rücklichter bei Automobilen Radfahrern.

Es sind bereits wiederholt Fälle vorgekommen, dafs E bahnzüge durch die roten Rücklichter von Radfahrern Automobilen zum Anhalten gebracht wurden. Dieser Ums würde zwar an und für sich keine Gefahr, sondern nur — allerdings störende — Beeinflussung des Bahnbetriebes deuten; anders wird jedoch die Sache dann, wenn ma Betracht zieht, dafs solche Fälle dadurch zu einer ausgesproch Gefahrenquelle werden können, dafs sich beim Fahrdi personale, namentlich bei den Lokomotivführern, mit der der Gedanke einlebt: »Es gibt rote Lichtsignale, die für keine Gültigkeit haben,« und dadurch zu einer lässigeren fassung der so grundlegend wichtigen Bedeutung des r Lichtes im Eisenbahnsignaldienst kommt.

Da nun eine internationale Regelung des Strafsenverk in dem Sinne bevorsteht, dafs das rote Rücklicht für K fahrzeuge international verbindlich erklärt werden soll, w beantragt, der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen n seine Mitglieder ersuchen, in den internationalen Verbä den Standpunkt einzunehmen und zu vertreten, dafs alle Far signale, die bei den Eisenbahnen Verwendung finden — Ausnahme des weifsen Lichtes —, für den Strafsenverk ausdrücklich ausgeschaltet werden, und dafs weiter die Ver verwaltungen eingeladen werden, im gleichen Sinne an Eisenbahnaufsichtsbehörden heranzutreten.

Da kein Zweifel darüber besteht, dafs die Signallic der Strafsenfahrzeuge nicht nur eine Störung für das Ei bahnfahrdienstpersonal bedeuten, sondern gerade durch Ständigkeit der Störung eine ungünstige Beeinflussung auf Eisenbahndienst ausüben können, so hat sich der Aussc grundsätzlich der Auffassung angeschlossen, dafs besonders Zulassung roter Rücklichter bei Radfahrern oder Automob für die Eisenbahnen Gefahren in sich bergen würde. W dem Lokomotivführer ein in der Form sichtbares rotes L in der Zukunft nicht mehr unbedingt ein »Halt« bede soll, so werden Unfälle nicht zu vermeiden sein. Um d einen ungestörten und ungefährdeten Eisenbahnbetrieb t der neben der Eisenbahn herlaufenden Autostrafsen aufr erhalten zu können, ist es erforderlich, dafs alle Farbensign

ei der Eisenbahn verwendet werden — mit Ausnahme des en Lichtes —, für den Strafsenverkehr verboten werden. Es wird daher bei der Vereinsversammlung beantragt en, dafs die Vereinsverwaltungen gehalten sein sollen, bei Staatsregierungen darauf hinzuwirken, dafs ein solches ot erlassen wird, und dafs auch die Mitglieder der Vereinsltungen in den internationalen Verbänden den gleichen lpunkt einnehmen.

Aufser diesen Beratungsgegenständen wurden noch eine anderer behandelt, doch wurden keine Beschlüsse von meiner Bedeutung gefafst, so dafs von einer Wiedergabe abgesehen werden kann.

Im Anschlufs an die Tagung wurden noch zwei Vorträge ten, die in dankenswerter Weise die Herren Ministerialrat e l s von der Generaldirektion der Österreichischen Bundesn und Reichsbahnoberrat H e r w i g vom Reichsbahnalamt Berlin übernommen hatten.

Herr Ministerialrat E n g e l s sprach über

D a m p f h e i z u n g d e r Z ü g e.

Er führte aus, dafs die Dampfheizung für Züge erst in letzten 15 Jahren eine raschere Entwicklung durchgemacht . Am wichtigsten für die ausgiebige Beheizung langer sei eine durchgehende Leitung mit weiten Querschnitten. ge die einteilige Vereinskupplung mit ihrem geringen hgangsquerschnitte allgemein als einzige Kupplung einrt war, konnten in dieser Richtung keine Verbesserungen eten. Durch die Festlegung des Kupplungskopfes für zwei-e Heizschläuche in den TV wurde der Durchmesser des n Querschnitts der Kupplung von 28 mm auf 45 mm ert. Nach allgemeiner Einführung zweiteiliger Heizschläuche Erweiterung der Rohrleitung dürften die längsten derzeit fördernden Züge ohne Kesselwagen geheizt werden können. einer kurzen Besprechung der Einrichtung auf der Lokove, besonders des Minderungsventils, wurde an Hand von tbildern die Entwicklung der Dampfheizung von der Wärme und der Hochdruckheizung bis zu den neuzeitlichen klosheizungen besprochen. Die Entwicklung der Dampfng bis zum Jahre 1917, wo alle Vorbedingungen für eine eitliche Dampfheizung geschaffen waren, sind ähnlich dem rage bereits im Organ, IV. Band, 21. Heft, niedergelegt. vom Vortragenden besprochene Weiterentwicklung soll demst ausführlich im Organ wiedergegeben werden.

Sodann sprach Herr Reichsbahnoberrat H e r w i g über:

gestaltung des Oberbaues und der Weichen der Deutschen Reichsbahn.

Der Vortragende erörterte zunächst die Gesichtspunkte, die lie neue Form der Reichsbahnschiene mafsgebend waren. ob hervor, dafs für die Wirtschaftlichkeit der Schiene nur die zweckmäfsige Ausgestaltung ihres Querschnittes, rn auch der Widerstand ihres Stoffes gegen Abnutzung hlaggebend sei, und dafs Mittel und Wege gefunden werden en, eine möglichst grofse Verschleifsfestigkeit zu erhalten. Deutsche Reichsbahn habe in den letzten Jahren umfangreiche Versuche mit Schienen besonderer chemischer Zusammensetzungen mit vergütetem und in besonderer Ausführungsart hergestellten Schienenstahl eingeleitet, die hoffentlich bald zu einem allen Anforderungen entsprechenden Stoff führen werden. Neben der Frage der Verminderung der gleichmäfsigen Abnutzung des Schienenkopfes ist auch die Bekämpfung der Riffelbildung von besonderer Bedeutung. Es wurde über den Stand der zur Erforschung der Ursachen durchgeführten Untersuchungen und über die hinsichtlich der Entstehung der Riffeln aufgestellten Theorien im einzelnen berichtet.

Nachdem dann noch kurz die Gründe gestreift wurden, die für die Form der Querschwelle, namentlich der Eisenschwelle, für die Schwellenentfernung und Schwellenlänge mafsgebend waren, wurde die eigentliche Konstruktion des Oberbaues behandelt.

Es wurden die an eine technisch einwandfreie und wirtschaftlich günstige Befestigung der Schiene auf der Schwelle zu stellenden Anforderungen erläutert und diejenigen Gesichtspunkte angeführt, die zu den verschiedenen neuen Oberbauarten, Reichsoberbau B. O und K geführt haben.

Bei der Behandlung der Verbindung der Schienen untereinander wurden die seither zur Anwendung gekommenen verschiedenartigen Stofsbauarten, der schwebende und feste Stofs mit einfachen und verstärkten Laschen, die mannigfachen Arten der radtragenden Laschen und Stofsfangschienen, die vorhandenen verschiedenen Blattstofskonstruktionen, die Brückenstofsanordnungen, der Doppelschwellenstofs usw. mit ihren Vor- und Nachteilen erläutert. Auch wurde kurz auf die neuerdings auch in Hauptgleisen versuchsweise durchgeführte Schweifsung der Stöfse eingegangen.

Im zweiten Teil des Vortrages wurden sodann die für die Durchbildung der Reichsbahnweichen aufgestellten Richtlinien erörtert. Hierbei ist von besonderer Wichtigkeit, dafs die Beseitigung der jetzt noch vorhandenen Verschiedenheiten der früheren Länderverwaltungen und Schaffung eines einheitlichen Systems angestrebt wird.

Die künftige Weiche wird hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit den schwersten Betriebslasten angepafst, vor allem aber auch in geometrischer Hinsicht derart ausgebildet, dafs sie mit gröfserer Geschwindigkeit betriebssicher befahren werden kann und einen zwängungsfreien Lauf der Fahrzeuge bei ungünstiger Achsanordnung ermöglicht. Sie erhält grofse Halbmesser und tunlichst sanften Übergang vom Bogen zur Graden. Daher wird von gekrümmten Herzstücken weitgehend Gebrauch gemacht, die Zungen werden ohne Überschneidung ausgeführt, die Herzstücke erhalten engere Rillen mit schlankem Einlauf. Auch verkürzte Kreuzungsweichen mit gemeinsamer Mittelschiene und aufserhalb der einfachen Herzstücke liegenden Zungen werden in grofsem Umfange Verwendung finden. Im übrigen werden in konstruktiver Hinsicht die Einzelteile der Weiche, namentlich Zungendrehstuhl, Radlenker, Herzstück usw. wesentlich verbessert werden. Auch dieser Vortrag wird ausführlich wiedergegeben werden.

Seine nächste Sitzung wird der Technische Ausschufs des Vereins am 6. bis 8. Juni 1928 in Dresden abhalten. C.

Jahresringbreite und Festigkeit des Kiefernholzes.

Ein Beitrag zur Anatomie des Archangelskholzes.

Von Dr. **Liese**, Privatdozent an der Forstl. Hochschule Eberswalde.

Sehr häufig begegnet man der Auffassung, dafs Kiefern eine um so bessere Beschaffenheit besitze, je engringiger gleichmäfsiger es gewachsen ist. In der Tat zeigt ein t gebautes Holz hervorragende Eigenschaften und wird im meinen hoch geschätzt. Indessen darf diese Ansicht nicht lgemeinert werden. Wie aus den Untersuchungen von Bauschinger*), Schwarz**), Schwappach***) hervorgeht, ist die Festigkeit und das spezifische Gewicht

*) Mitt. a. d. mech.-techn. Lab. der Königl. techn. Hochschule München 1883.

**) Dickenwachstum und Holzqualität von Pinus silvestris 1899.

***) Unt. üb. Raumgewicht und Druckfestigkeit d. Holzes wichtiger Waldbäume. I. Die Kiefer. Berlin 1897.

eines Holzes nicht abhängig von der Jahresringbreite, sondern vor allem von dem im Sommer gebildeten Holze (Spätholz oder Sommerholz, bisweilen auch Herbstholz genannt). Dieses Holz ist viel dickwandiger als das im Frühjahr entstehende Frühholz und daher bereits mit unbewaffnetem Auge an der dunkleren Färbung erkennbar. Wir bezeichnen den prozentualen Anteil des Spätholzes am ganzen Jahresring als das Spätholzprozent. Nach Schwappach beträgt dieses bei einer normalen norddeutschen Kiefer 30 % und mehr. Ist weniger Spätholz vorhanden, so besitzt das Holz ein kleineres spezifisches Gewicht und eine geringere Festigkeit. Dies trifft vor allem häufig für sehr breitringig (»schwammig«) erwachsenes Holz zu; dieses wird daher mit Recht geringer bewertet. Wenig bekannt dürfte nun die Tatsache sein, dafs im geraden Gegensatz, d. h. bei besonderer Engringigkeit des Baumes, das Spätholzprozent und damit die Festigkeit ebenfalls zurückgehen kann.

Zum Beweis hierfür sollen im folgenden einige Untersuchungen an bestimmten Kiefernhölzern mitgeteilt werden. Veranlassung dazu gaben Beobachtungen an kiefernen Eisenbahnschwellen, die aus dem russischen Hafen Archangelsk seit langem nach vielen Gegenden Europas versandt werden. Es zeigte sich bei ihnen, dafs sich die Auflagenplatten der Schienen wesentlich tiefer in das Holz eindrückten, als bei anderen Kiefernschwellen*). Die Untersuchung wurde an 15 Abschnitten von Archangelskschwellen durchgeführt, die mir zur Verfügung gestellt wurden und wahllos auf den Lagerplätzen entnommen waren. An sämtlichen Abschnitten wurde die Breite der einzelnen Jahresringe und der Anteil des Spätholzes in radialer Richtung hintereinander von innen nach aufsen mikroskopisch aufgenommen. Zum Vergleiche wurden die von Schwappach gegebenen Zahlen für die deutsche Kiefer herangezogen, ferner weitere eigene Uutersuchungen an je drei Schwellenabschnitten von finnischer und polnischer Kiefer. Insgesamt wurden etwa 7000 Messungen durchgeführt.

Das Holz der »Archangelskkiefer«, ebenfalls wie die deutsche Kiefer von Pinus silvestris stammend, ist durch eine sehr engringige, gleichmäfsige und kernreiche Beschaffenheit ausgezeichnet, wie es an den auf deutschen Lagerplätzen meist zu findenden Hölzern stets festzustellen ist; über 250 Jahre alte Stämme besitzen am Stammende häufig einen Durchmesser von nur 35 cm. Auch die Versuchshölzer zeigten gröfstenteils diesen engringigen Aufbau; bei manchen kamen auf 1 cm Breite sogar 33 Jahresringe. Nur zwei Schwellenstücke machten von dieser Regel eine Ausnahme, indem sie verhältnismäfsig breitringig gewachsen waren (5 bis 9 Jahrringe auf 1 cm); bei ihnen pafsten auch die Untersuchungsergebnisse weniger gut. Da genauere Angaben über den Heimatbezirk und dessen besondere klimatischen Verhältnisse nicht bekannt waren, konnte auch nicht festgestellt werden, inwieweit diese Abweichungen im anatomischen Bau des Holzes auf die Standortsbedingungen zurückzuführen sind. Eine restlose Verallgemeinerung der Ergebnisse über das Archangelskholz dürfte daher vielleicht nicht berechtigt sein.

Abgesehen von diesen Schwellenstücken zeigten sämtliche untersuchten Hölzer in allen Teilzonen ein Spätholzprozent, das fast stets unter 25 %, häufig genug sogar zwischen 15 bis 20 % lag**). Meist liefs sich sein allmählicher Abfall mit dem Alter feststellen; das jüngste, im allgemeinen auch engringigste Holz im Splinte hatte stets am wenigsten Spätholz gebildet. Soweit Unregelmäfsigkeiten zu beobachten waren, kamen Verletzungen oder nicht mehr erkennbare äufsere Einwirkungen (vermutlich des Standorts) in Betracht. Das geringe Spätholzprozent war aber keineswegs nur auf den Splint beschränkt, sondern meist ebenfalls im ganzen Kern, beso in seiner äufseren Zone, zu beobachten. Da auf diese beim Schwellenholz vor allem die Schienenauflager drü so wird die hier beobachtete starke Abnutzung verstän

Da das Spätholzprozent stets Verhältniswerte bezü des einzelnen Jahresringes angibt, so kann natürlich für bestimmte Holzbreite die Anzahl der Jahresringe keinen flufs auf das gesamte Spätholzprozent ausüben; es können z. B. noch so viele enge Jahresringe in 1 cm Holzbreite handen sein, das Spätholzprozent mufs, wenn es in jedem zelnen Jahresring sehr gering ist, dann auch im Durchsc für das gesamte Holzstück sehr klein bleiben.

Die Vergleichsuntersuchungen von je drei finnisc und polnischen Schwellenabschnitten ergaben 26 bis Spätholz; sie sind natürlich viel zu gering, um daraus allge gültige Schlüsse zu ziehen; immerhin lassen sie erkennen, das ebenfalls aus nördlichen Gegenden stammende finn Holz ein hohes Spätholzprozent besitzen kann.

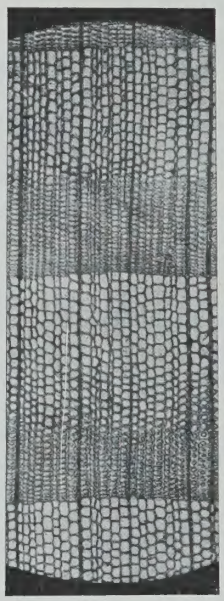


Abb. 1.

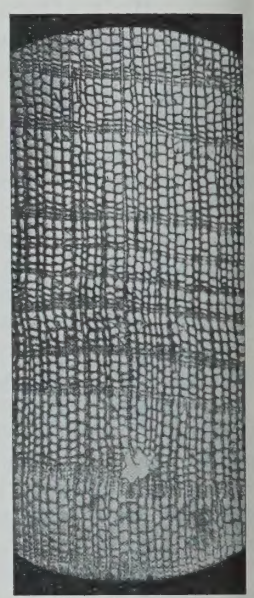


Abb. 2.

Abb. 1. Querschnitt durch normales deutsches Kiefernhol
Abb. 2. Querschnitt durch Archangelskholz.

Zum besseren Verständnis sind die folgenden beiden bildungen beigefügt; sie stellen photographische Aufnahme Querschnitten durch eine deutsche Durchschnittskiefer (Ab und eine Archangelskkiefer (Abb. 2) dar. Beide sind gleicher Vergrölserung aufgenommen. Auf der Abb. 1 im mikroskopischen Gesichtsfelde nur zwei Jahresringe handen, die etwa 43 und 34 Prozent Spätholz aufweisen Holz ist also nach Schwappach hinsichtlich seiner m nischen Eigenschaften als gut zu betrachten. Die Abbildu des Archangelskholzes zeigt einen wesentlich engringi Bau: etwa 9 Jahresringe nehmen hier die gleiche Breite Trotz dieser Engringigkeit ist aber das Spätholzprozent klein: es schwankt zwischen 13 bis 23 % in den einz Jahresringen.

Der geringe Anteil des Spätholzes am ganzen Jahre mufs sich auch in dem spezifischen Gewicht beme machen. Es wurden daher aus je einem Holzstück der untersuchten Heimatgegenden verschiedene Probeklötzchen nommen, ihr Rauminhalt genau berechnet und ihr abs Trockengewicht nach einer mehrstündigen Trocknung bei 1 bestimmt. Hieraus wurde das für genaue wissenschaf

*) Vergl. Maas-Geesteranus, diese Ztschr. 1927, S. 191.
**) Die ausführliche Tabelle erscheint demnächst in der Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen.

suchungen allein brauchbare spezifische Absolutkengewicht (Darrgewicht) berechnet. Das Ergebnis olgendes:

erkunft		Spezifisches Absoluttrockengewicht
angelsk I	Splint	0,363
	»	0,386
	Kern an Splintgrenze	0,417
	» » »	0,422
	Kern innen	0,424
nland I	Splint	0,524
	»	0,517
	Kern innen	0,441
olen I	Splint	0,527
	Kern an Splintgrenze	0,512
	Kern innen	0,394

Wenn auch zu berücksichtigen ist, dafs das spezifische ht des Holzes in einem Baume nicht überall gleich ist, z. B. im unteren Stammteil gröfser zu sein pflegt als so sind doch die grofsen Unterschiede in der vorstehenden le mit einer verschiedenen Lage im Stamme nicht zu en. Die Zahlen lassen vielmehr einwandfrei das auffallend ge Gewicht des Archangelskholzes erkennen, eine Tatsache, brigens auch den Holzhändlern nicht fremd sein dürfte. r geben sie einen weiteren Beweis für die vor allem Schwappachs Untersuchungen gewonnene Kenntnis der Abhängigkeit zwischen spezifischem Gewicht und olzprozent.

Mit den Untersuchungsergebnissen steht auch die aufde Weichheit des Archangelskholzes im Einklang; mit Leichtigkeit lassen sich bei ihm auf glatten Holzflächen Eindrücke mit dem Fingernagel herstellen; es gleicht in dieser Hinsicht etwas dem Holz der Weymouthskiefer. Auch seine leichte Bearbeitungsmöglichkeit ist hierauf zurückzuführen.

In den Fällen, wo auf die mechanischen Eigenschaften des Holzes besonderer Wert gelegt werden mufs, ist also das Archangelskholz weniger zu empfehlen. Hier steht es den deutschen und polnischen Kiefern unbedingt nach, die unter anderen Bedingungen erwachsen sind.

Die Ursache für die verschiedene Beschaffenheit des Kiefernholzes hinsichtlich der Herkunft dürfte in den klimatischen Bedingungen des Heimatstandortes liegen. Die aus dem Archangelskhafen kommenden Kiefern entstammen dem hohen Norden in der Nähe der Baumgrenze; die kurze Vegetationszeit ermöglicht es dort dem Baume nicht, sein Spätholz in der wünschenswerten Breite anzulegen. Sofern festeres Holz vorkommt, dürfte es vielleicht aus südlicheren Gegenden mit besseren klimatischen Bedingungen stammen; sicher läfst sich das natürlich nicht aussagen. Die finnischen Hölzer scheinen nach den wenigen mitgeteilten Untersuchungen und sonstigen Beobachtungen bessere mechanische Eigenschaften zu besitzen. Die polnische Kiefer ist der deutschen gleich zu setzen.

Dafs übrigens auch in anderen Ländern eine auffallend geringe Spätholzbildung als Folge besonderer klimatischer Verhältnisse eintreten kann, geht aus den Mitteilungen von Schwappach über die schottische Kiefer hervor; hier läfst die verhältnismäfsig geringe Sommerwärme trotz sehr langer Vegetationsdauer keine genügende Ausbildung des Spätholzes zu.

*) Forstl. Studienreise nach Schottland, Ztschr. f. F. u. Jgdw. 1896.

Der heutige Stand der Holztränkung.

Von Eisenbahndirektor Dr. J. Dehnst, Berlin.

Das Holz ist einer der meist verwendeten Baustoffe, gleichaber wohl auch jener, der am leichtesten und schnellsten Verderb anheimfällt.

Diese Erscheinung ist schon lang bekannt und man hat cht, dieser Holzverderbnis entgegenzuarbeiten, indem man das Holz ankohlte, eine Mafsnahme, die noch heute, aber ır zweifelhaftem Erfolge angewendet wird. Für die Eisenn mit ihrem riesigen Bedarf an Schwellen, Stangen usw. die Holzkonservierung so wichtig, dafs zu ihrer Lösung ll zahlreiche und kostspielige Versuche gemacht wurden. sich doch herausgestellt, dafs die mittlere Gebrauchsungetränkter Eisenbahnschwellen sich beläuft auf

4 bis 5 Jahre bei Kiefernholz,
2 » 3 » » Buchenholz,
12 » 15 » » Eichenholz,

n diese Schwellenarten in vollständig gem Zustand in die Gleise eingebaut wurden.

n Bergwerken erstreckt sich die Lebensdauer der einten rohen Hölzer oft nur auf wenige Monate (siehe Abb. 1). Bei besonders starker mechanischer Beanspruchung wird Gebrauchsdauer noch nicht einmal erreicht; man mufs mit einer weiteren Verringerung rechnen, weil der »völlig de« Zustand der rohen Schwellen bei der zur Verarbeitung chwellen in Frage kommenden Güte des Holzes oft nur schränktem Mafse erreicht werden kann, vielmehr ein heblicher Teil der Schwellen schon beim Einbau von erstörern befallen ist. Im Hinblick auf diese Verhältnisse, ie hohen steigenden Holzpreise und Arbeitslöhne für das chseln der zerstörten Schwellen, liegt es auf der Hand, s sowohl für die Verbraucher von Holzschwellen als im wirtschaftlichen Nutzen dringend geboten ist, die Gebrauchsder hölzernen Schwellen etc. durch Tränkung möglichst rlängern.

Im Laufe des vorigen Jahrhunderts, etwa von 1840 an, sind in zahlreichen Versuchen alle möglichen Öle und wässerigen

Abb. 1. Wiedergabe von Grubenstempeln und zwar Nr. 76 getränkt mit „Wolman-Salz“ nach 10jähriger Standdauer, Nr. 82 ungetränkt nach 10monatlicher Standdauer unter gleichartigen Verhältnissen in der Grube.

Salzlösungen verwendet worden, um das Holz gegen Fäulnis zu schützen. Als man erkannt hatte, dafs das Holz zu diesem Zwecke möglichst durch und durch mit Schutzstoff versehen werden mufs, waren bald für diesen Zweck geeignete Apparate hergestellt, in denen unter Anwendung von Luftleere und Flüssigkeitsdruck die Hölzer einer Tränkung unterworfen wurden. Hierbei zeigte sich, dafs von den hauptsächlich in Frage kommenden Hölzern (Kiefer, Eiche und Buche) nur die Buche im ganzen Holzkörper (mit Ausnahme etwa vorhandenen roten Kernes), durchtränkbar ist, bei Kiefer und Eiche aber nur der Splint; das ist aber gerade jener Teil der Gebrauchshölzer, der im wesentlichen der Fäulnis unterliegt, während das Kernholz im grofsen und ganzen auch im nicht durchtränkten Zustande der Fäulnis nicht oder doch nur weit geringer anheimfällt. Von den vielen rein erfahrungsmäfsig versuchten Tränkstoffen haben sich bis zur Jahrhundertwende nur wenige als gut oder doch einigermafsen zufriedenstellend erwiesen, und zwar: das Chlorzink, der Kupfervitriol, das Quecksilberchlorid und das Steinkohlenteeröl; besonders das Steinkohlenteeröl hat sich für die Holzkonservierung als ausgezeichnet erwiesen, während Teeröle anderer Herkunft (Braunkohlenteeröl, Erdöl, Öle aus Schiefer, Torf u. dergl.) sich mehr oder weniger ungeeignet erwiesen haben.

Die dauernde Schutzwirkung des Steinkohlenteeröles ist in seiner Zusammensetzung begründet. Es enthält eine grofse Zahl von Verbindungen teils saurer, teils basischer, teils neutraler Natur; einige davon sind in Wasser leichter oder schwerer löslich, andere ganz unlöslich; beim Erhitzen des Teeröls destilliert der gröfste Teil zwischen 200 bis 400° C über und hinterläfst hierbei wechselnde Mengen nicht unzersetzbar destillierender, pechartiger Stoffe (Bitumen). Alle diese Stoffe wirken giftig auf die zahlreichen Holzschädlinge und es sind je nach der Art einzelner Schädlinge auch die einzelnen Teerbestandteile von verschieden starker Wirkung. Es findet also jeder Holzschädling im Teeröl einen für ihn besonders giftigen Stoff und es ist falsch, einzelnen oder einer besonderen Gruppe von Bestandteilen des Teeröles die Wirkung des Teeröles zuzusprechen. Wohl aber sind, z. B. die hochsiedenden Bestandteile befähigt, die wasserlöslichen oder leichter verdunstenden Stoffe vor dem Auswaschen und Verdunsten zu schützen und längere Zeit im Teeröl zurückzuhalten, wenngleich dieser Schutz kein absoluter ist. Im Laufe der Zeit verläuft demnach die Giftwirkung des Teeröles in der Weise, dafs von vornherein seine sämtlichen Bestandteile auf die jeweils in Frage kommenden Holzschädlinge wirken, die leichter siedenden Stoffe allmählich verdunsten, die wasserlöslichen ausgewaschen werden und schliefslich der Rest die schützende Arbeit übernimmt; die Gesamtwirkung des Teeröles ist also der Mischung der in ihm enthaltenden Einzelstoffe zuzuschreiben und nicht einem einzelnen davon, wenn auch die Wirkung der Einzelstoffe unter sich verschieden ist auf die verschiedenen Schädlinge.

Ein gutes Chlorzink und das Teeröl sind ohne nennenswerten Einfluſs auf das Eisen der Tränkungskessel während des Tränkprozesses und können daher beide für sich oder in Mischung miteinander in starken Druckkesseln in das Holz eingepreſst werden; unter Anwendung von Luftleere und darauf folgendem, genügend starkem Flüssigkeitsdruck kann der durchtränkbare Teil des Holzes vollständig mit Tränkflüssigkeit gefüllt werden; deshalb wird die Tränkung nach diesem Verfahren als »Volltränkung« bezeichnet.

Bei einer Volltränkung nimmt
der m³ Kiefernholz rund 140 bis 250 kg,
der m³ Fichtenholz rund 80 » 100 kg,
der m³ Buchenholz rund 270 » 350 kg
Tränkungsstoff auf.

Während für die Volltränkung mit Chlorzinklösung, die in einer Stärke von etwa $2^1/_2$ (bis höchstens $8^0/_0$ in Ausnahmefällen) verwendet wurde, genügende Gebrauchsmengen zur Verf
stand, war das nicht der Fall für die Volltränkung sämt
hölzernen Schwellen mit Teeröl, bis Anfang dieses Jahrhu
die grofsen Kokereien zur Gewinnung von Nebenerzeug
(Ammoniak und Teer) übergingen und dadurch riesige M
Teer als Ausgangsstoff für Teeröl erhalten wurden. De
sprechend wurden bis zu dieser Zeit nur die eichene
buchenen Schwellen mit Teeröl allein getränkt, die kie
aber mit Chlorzinklösung oder mit einer Mischung von
zink und Teeröl; auch ein Teil der Telegraphenstangen
mit Teeröl getränkt, ein anderer Teil mit Kupfervitrio
der Rest mit Quecksilberchlorid. Während aber das
und die Chlorzinklösung für sich oder in Mischung
Teeröl in eisernen Kesseln verwendet werden konnten, wa
nicht der Fall bei Kupfervitriol und dem Quecksilbersalz;
Salze greifen Eisen unter Ausscheidung des wirksamen K
und Quecksilbers so stark an, dafs ihre Verwendung in ei
Kesseln unmöglich ist. Trotzdem aber hat sich bis
neueste Zeit hinein deren Anwendung zur Tränkung von St
erhalten in der Form, dafs diese nach guter Schälung
Trocknung in eine Lösung von Quecksilberchlorid etwa
10 Tage lang untergetaucht werden, was in hölzernen Bot
vorgenommen werden kann (Eintauchverfahren von
oder dafs die frisch gefällten, ungeschälten und saftfri
schwach geneigt gelagerten Bäume an den höher gele
Stammenden mit einer geeigneten Gummikappe oder
ähnlich wirkenden Schlufsvorrichtung versehen wurde, d
einem höher (etwa 10 m) gestellten Gefäfs mit Kupfer
lösung durch Röhren in Verbindung stand. Durch
statischen Druck verdrängte dann die Kupfervitriollösun
Holzsaft des Baumes und erfüllte so an dessen Stelle alle
tränkbaren Teile der kiefernen und tannenen Stangen
oder weniger vollständig (Verfahren von Boucherie).
Gebrauchsdauer der kyanisierten oder boucherisierten S
wurde dadurch nennenswert erhöht, aber die beiden Ver
erwiesen sich doch ebenso wie die Chlorzink- und Misc
tränkung dem der Tränkung mit reinem Teeröl weit unte
sowohl in bezug auf die Gebrauchsdauer der getränkten
als auch der sicheren Ausführbarkeit der Verfahren selbst
verlangen diese Verfahren ganz gesundes Holz. Bei dem
verfahren, wie bei allen Eintauchverfahren, durchdring
Schutzstoff nicht das gesamte durchtränkbare Holz; das
silbersalz wird vom Holz stark adsorbiert und dringt nur
Millimeter tief ein, so dafs nur die äufserste Schicht des
vor Holzzerstörern geschützt ist. Diese dünne Schutzs
ist leicht mechanisch zerstörbar, daher ihre Schutzw
gegen künftige Erkrankung vergänglich; ohne schütz
Einfluſs ist die Kyanisierung auf bereits im Innern erkr
Holz (siehe Abb. 2a und 2b). Bei der Verwendung von
zink ergab sich eine ungemein verschiedene Gebrauch
der Schwellen zu verschiedenen Zeiten und an verschie
Orten, es schwanken die Angaben zwischen 4 bis 20
für mit Mischung getränkte Schwellen. Durch mühsame
suchungen der Eisenbahnversuchsanstalt in Berlin k
einige Ursachen dieser Unstimmigkeiten in einem oft zu
Gehalte des Chlorzinks an freier Salzsäure und Eisenc
erkannt werden. Beide Körper sind von schädlichem E
auf Holz, und das Eisen der Befestigungsmittel der Sc
wird langsam gelöst zu Verbindungen, die im Laufe de
tiefer in die Schwelle eindringen und das Holz zers
Solche Schwellen sind besonders an den Befestigungsstelle
Schienen oft in hohem Grade zerstört worden.

So erwiesen sich die Verfahren der Holzkonserv
mit wässerigen Lösungen der genannten Salze als seh
besserungsbedürftig und die Volltränkung mit Teeröl erfo
sehr hohen Kostenaufwand, der allenfalls bei den
Harthölzern tragbar erschien. Wenn sich deshalb

)en nach besseren und billigeren Verfahren und Tränkungs-
)n rechtfertigt, so mufs man doch sagen, dafs die Erfolge
rein aus der Erfahrung entwickelten Tränktechnik wohl
eachten sind; in hohem Grade hat zu diesen Erfolgen die
nsarbeit von Julius Rütgers beigetragen.

Inzwischen hatten die deutschen Forscher Hartig und
euf als Ursachen der Holzzerstöruug durch Fäulnis die
nstätigkeit von Pilzen erkannt, die in das Holz eindringen;
holzzerstörenden Pilze scheiden Säfte (Enzyme) aus, die
lne oder alle Bestandteile des Holzes auflösen, so dafs diese
den Pilzen selbst zur Nahrung dienen. Eine sehr grofse
hl solcher holzzerstörenden Pilze ist heute festgestellt und
Lebenstätigkeit erforscht; es hat sich gezeigt, dafs die
hauptsächlich die Zellulose, die anderen die Ligninteile
Holzes auflösen, alle aber das Holz auf diese Weise zer-
n. Die genannten Forscher haben die Holzzerstörung durch
auf das bestimmteste festgestellt, sie konnten nach Belieben
nde Hölzer durch von solchen Pilzen befallene Hölzer unter
gneten Umständen anstecken und haben durch Beobachtung
Lebensweise dieser Pilze die Holzkonservierungstechnik
wissenschaftliche Grundlage gestellt. In der preufsischen
nbahnversuchsanstalt ist diese Errungenschaft um 1900
tzt worden, um mit Hilfe der Kochschen Methoden zur
tung von Bakterien auf künstlichen Nährböden die
ende Kraft von Pilzgiften vergleichsweise festzu-
en; es wurden als Pilze Mueor mucedo oder
cillium crustaceum, als Nährböden die Kochsche
llon-Gelatine oder Agar benutzt in Röhrchen oder
schalen. Es ergab sich die pilztötende Kraft von
öl und Chlorzink auf solchen Nährböden wie 3 : 1
die der reinen Karbolsäure gleich der von Stein-
nteeröl, das von Karbolsäure befreit war.

Durch Verwendung von Agar-Nährböden in Kolle-
en, Aufimpfen von echten holzzerstörenden Pilzen
einkultur und Einbringen von rohen oder mit beliebig
essenen Mengen von Pilzgiften imprägnierten Holz-
ten auf das in den Kolleschalen kräftig wachsende
nyzel haben in der Hauptsache die Rütgerswerke
Methode geschaffen (die sie in entgegenkommendster
se allen Fachleuten vorführen), die es ermöglicht,
emlich kurzer Zeit (4 bis 5 Monate) die pilztötende
t von Pilzgiften auf das genaueste zu ermitteln. So ist
lem erfahrenen Imprägnierungstechniker möglich, unter
cksichtigung seiner Erfahrungen in so kurzer Zeit ein
il über die Veränderungsmöglichkeit und Wirtschaftlichkeit
s Tränkstoffes zu gewinnen. An der Ausarbeitung dieses
gehens war Professor Dr. Falck beteiligt. Damit sind
die Wege gewiesen für das vorstehend angedeutete Streben
besseren und wirtschaftlicheren Holzkonservierungsarten,
wie sie bis etwa 1900 in Gebrauch waren.

Zunächst liefs die genaue Feststellung der pilztötenden
t des Teeröles erkennen, dafs bei der Volltränkung sehr
gröfsere Mengen aufgewendet werden als nötig.

Von den vielen auf Grund dieser Erkenntnis vorgeschlagenen
ahren zur Verringerung der bei der Volltränkung erforder-
n Ölmengen hat sich das von Rüping eingeführte und
ihm benannte Verfahren (D. R. P. 138 933 von Wasser-
n) als so vorzüglich erwiesen, dafs schon vor dem Kriege
n in Europa und Amerika jährlich 4 Millionen m³ Holz =
fähr 40 Millionen Schwellen danach imprägniert wurden.

Das Rüping-Verfahren besteht darin, dafs man in ge-
ssenen Gefäfsen zunächst Prefsluft unter einem Druck von
s 4 at und dann unter einem höheren Druck bis 8 at reines
öl in das Holz einprefst; nachdem dieser Öldruck durch
währendes Nachpressen von Öl genügend lang aufrecht er-
n worden ist, wird das Öl abgelassen, wobei sich die im
aufgespeicherte Prefsluft ausdehnt und einen grofsen Teil des in das Holz eingepreſsten Öles wieder austreibt, was man noch vervollständigt durch Anwendung einer Luftleere. Man erreicht so, dafs nur die Zellwände des Holzes mit Öl in einer Menge getränkt sind, die zum Schutze des Holzes gegen Pilze vollkommen genügt, während die Zellen selbst mit Luft gefüllt sind, wie gewöhnliches, trockenes Holz. Der Unterschied zwischen dem Volltränkungs- und dem Rüping-Verfahren ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Art der Hölzer	Kiefer kg	Eiche kg	Buche kg
Aufnahme bei Volltränkg. je m³	250 bis 300	80 bis 100	270 bis 350
„ nach Rüping „	60 „ 70	50	145

Hierbei ist mit diesen geringeren Ölmengen der ganze aufnahmefähige Teil des Holzes gleichmäfsig durchtränkt; zum vollkommenen Keimschutz eines m³ Holzes ist bei Kiefernholz eine Menge von 4 bis 5 kg Teeröl erforderlich.

Es ist so ein Verfahren geschaffen, das alle bis dahin bekannten Verfahren übertrifft und man könnte annehmen, dafs damit die Frage der Holztränkung vollkommen gelöst sei; das ist aber nicht der Fall. Das Teeröl hat nämlich einen unangenehm durchdringenden Geruch und ist feuergefährlich;

Abb. 2a. Nach dem Kyanverfahren getränkte Kiefer.

Abb. 2b. Unter Vacuum und Druck getränkte Kiefer.

aus diesen Gründen eignet es sich nicht zur Tränkung von Holz, das in bewohnten Räumen oder in Bergwerken verbaut werden soll. Auch ist das Teeröl nicht überall zu mäfsigen Preisen erhältlich, die aufserdem bei grofsen Versandweiten durch hohe Frachtkosten erhöht werden; das trifft z. B. gegenwärtig für Rufsland zu. In diesen Fällen mufs man sich der wässrigen Lösungen geeigneter Salze bedienen, die auch die oben geschilderten Fehler von Chlorzink, Kupfervitriol und Quecksilbersalz und Teeröl nicht besitzen. Mit Hilfe der neuen biologischen Forschung hat man erkannt, dafs in den Fluorverbindungen Körper vorliegen, die in höherem Grade die gewünschten Eigenschaften besitzen; sie sind leicht zu mäfsigen Preisen erhältlich, haben hohe pilztötende Kraft, sind unempfindlich gegen Eisen und lassen sich mit vielen anderen pilztötenden Stoffen zusammen lösen, ohne Veränderung zu erleiden. Diese Lösungen lassen sich bei geeigneter Zusammensetzung ohne weiteres in den gleichen Apparaten, wie sie für das Rüping-Verfahren gebräuchlich sind, heifs oder kalt verwenden.

Das geeignete Fluorsalz ist das Fluornatrium, das von Wolman in die Tränktechnik mit solchem Erfolg eingeführt ist, dafs z. Zt. über 100 Imprägnieranstalten des In- und Auslandes sich seiner dauernd bedienen. Wolman stellt verschiedene Salzgemische her, die als wesentliche Bestandteile Fluornatrium, Dinitrophenol und Bichromat enthalten und zu besonderen Zwecken noch Zusätze erhalten, wie Arsenverbindungen, wenn die Hölzer auch gleichzeitig gegen Zerstörung

durch Tiere, wie Termiten, geschützt werden sollen. Diese Salzgemische sind unter der Bezeichnung »Wolman-Salze« bekannt und werden in gröfstem Mafsstabe überall mit Erfolg verwendet; besondere Handelsmarken sind die Wolman-Salze Triolith, Fluoxyth, Thanalith, Glückauf, sowie der Schwammschutz »Rütgers«.

Es mufs hier auf die Wichtigkeit des Chromatgehaltes der Wolman-Salze hingewiesen werden. Ohne diesen Zusatz wirkt das Gemisch von Fluornatrium und Dinitrophenol angreifend auf das Eisen der Tränkeinrichtungen und der Schienenbefestigungsmittel; es entstehen dabei lösliche Eisenverbindungen, die, wie oben beim Chlorzink geschildert, das Holz zerstören. Ähnliche Salzgemische wie die Wolman-Salze sind unter den Namen »Basilit« und »Malenit« zur Holztränkung vorgeschlagen; sie bestehen hauptsächlich aus Fluornatrium und Dinitrophenolen, denen nach dem Vorbild des Chromats in den Wolman-Salzen Soda, Antimonsalze oder Anilin einverleibt sind.

Die Tränkung mit Wolman-Salz wird in der Weise ausgeführt, dafs eine etwa 70° heifse Lösung von Triolith und dergl. in den mit Holz gefüllten luftleer gepumpten Kessel eingefüllt und dann bis zu einem Druck von 7 bis 8 at dieselbe Lösung

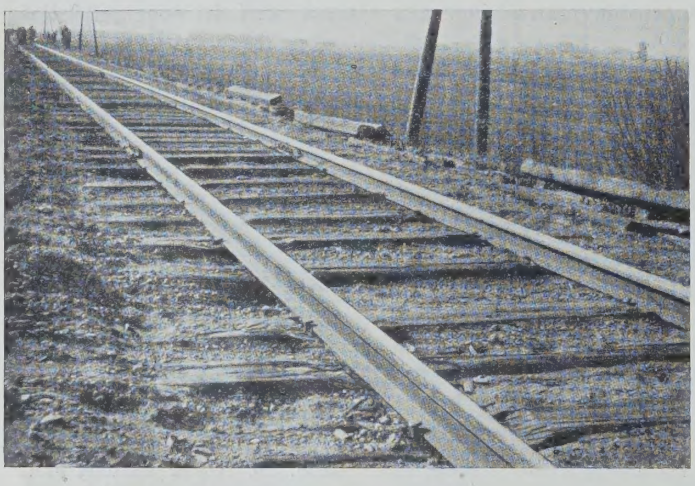


Abb. 3. Mit Basilit getränkte Kiefernschwellen in der Versuchsstrecke der Holländischen Staatsbahn bei Harlem nach 12jähriger Liegedauer. (Aufnahme von dem dänischen Sachverständigen Blichfeld-Petersen, Kopenhagen.)

bis zur Volltränkung eingepreſst wird. Selbstverständlich kann auch die Rüpingsche Spartränkung mit Triolithlösung angewendet werden.

Nach den Feststellungen des Staatlichen Materialprüfungsamtes Lichterfelde sind die Lösungen der Wolman-Salze in der zur Tränkung vorgeschriebenen Stärke ohne nennenswerten Einflufs auf Eisen sowohl in der Kälte wie in der Wärme und in dieser Beziehung dem »Malenit« und »Basilit« überlegen. Das mag wohl der Grund sein, weshalb Schwellen, die mit Basilit getränkt waren, schlechter im Gleise gehalten haben als Schwellen die mit Triolith behandelt waren. In einer Versuchsstrecke der Holländischen Staatsbahn mit 880 basilitgetränkten Schwellen waren diese nach etwa 11jähriger Liegedauer zu 70 bis 80% splintfaul (siehe Abb. 3); ähnliche oder noch schlechtere Ergebnisse mit basilit-getränktem Holz sind aus der Schweiz und anderen Orten bekannt geworden, während 1 Million mit Triolith (Wolman-Salz) getränkter, von der Deutschen Staatsbahn verlegter Schwellen in der gleichen Zeit noch nicht 1% Abgang ergeben haben (siehe Abb. 4).

In einem jüngst veröffentlichen Aufsatz hat Dr. Rabanus nachgewiesen, dafs bei der Basilittränkung das Dinitrophenol-Anilin des Basilits vollständig von den äufseren Holzteilen aufgefangen wird, (weil diese Verbindung stark an den Holzfasern haftet) und dafs das Dinitrophen Anilin allmählich in Dinitrophenol überg Diese Feststellungen erklären das oben angegebene be Verhalten im Gleise, das die mit Triolith getränkten Schw gegenüber den mit Basilit behandelten aufwiesen. In E werken sind seit 1908 grofse Mengen von mit Wolman-Sa getränkten Grubenhölzern eingebaut, die sich so gut bew haben, dafs heute von den überhaupt getränkten Grubenhöl in Deutschland mehr als 90% mit Wolman-Salzen getr werden und sich an 100 Tränkanstalten dieser Salze bedi (siehe Abb. 1).

Es mögen noch kurz einige Holz-Konservierungs-Verfa erwähnt werden, die bei mangelndem oder zu teurem Te vielleicht in Frage kommen könnten, wie z. B. das A Verfahren. Aczol ist eine ammoniakalische Lösung von Ku und Zinksalzen und Phenolen. Die Imprägnierung damit in gleicher Weise, wie mit Chlorzinklösung vorgenommen wer Da ammoniakalische Kupferlösung (Schweizer Reagenz) Zell auflöst, war die Befürchtung einer Schädigung des Holzes d

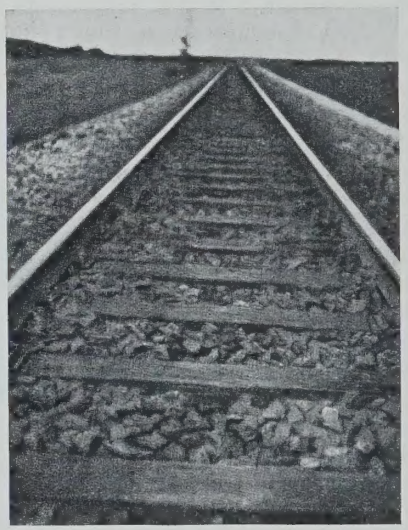


Abb. 4. Mit Triolith getränkte Kiefernschwellen in der Versuchsstrecke der Deutschen Reichsbahn bei Küstrin nach Ablauf der zwölfjährigen Gewährzeit. Auswechslung rund 1%.

Aczol von vornh nicht von der Hand weisen, dies hat sic der Praxis auch bestä so dafs aus diesem Gr die italienischen, p schen und rumänis Staatsbahnen dies fahren nach einigen suchsjahren wieder lassen haben. Ein deres Produkt ist Imprägnierung von vorgeschlagen, das genannte Kresonaft ist dieses eine emul artige Lösung von Kol wasserstoffen in wässrigen Lösung naphtensauren Alka Diese Emulsion hat nicht als besonders bar erwiesen, zer sich vielmehr bald ihre Komponenten, sich nur schwer wi vereinigen lassen; entsprechend war eine nur unvollkommene, ungleichmä Durchtränkung des Holzes zu erwarten, und auch dieses fahren konnte sich deshalb in der Praxis nicht behau Durch Behandlung, besonders von Buchenschwellen mit he Dämpfen will Gulenko das Holz vulkanisieren und servieren. Auf gleiche Weise wollte vor etwa 30 Ja Haskins hölzerne Schwellen konservieren. Das Erge der Einwirkung von etwa 150° C heifsen Gasen und Däm auf das Holz war aber eine vollständige Zerstörung dessel Ferner ist das sogenannte homogenisierte Teeröl zwecks sparnis von Teeröl zur Holztränkung vorgeschlagen wor es ist dies eine in besonderen Apparaten (Homogenisiermaschi hergestellte Emulsion von Teeröl, die einen hohen Grad Gleichmäfsigkeit der sehr kleinen Öltröpfchen aufweist, gemäfs sehr beständig ist und normales Holz gut durchträ doch zeigten sich bei der Emulsionstränkung Erscheinun die die Frage dieser Tränkung noch ungeklärt erscheinen la

Endlich dürfte noch die Holztränkung mit Kiesel-Fl natriumlösungen ohne Zusatz von Dinitrophenolen u. a. erwähnen sein, wenn bei mangelndem Teeröl brauchbare Tr ergebnisse erzielt werden sollen bei ganz geringem Kostenaufw

es wenigstens scheinbar bei besonders billigen Hölzern ckmäfsig erscheinen könnte.

Schlufsfolgerung.

1. Das zweifellos beste und in vielen Fällen auch wirtftlichste Tränkungsverfahren für Holz ist die Rüpingsche nkung mit Steinkohlenteeröl.

2. Die im Hochbau und im Bergwerksbetrieb verbauten zer werden zum Fäulnisschutz am besten mit geeigneten Salzen getränkt. Diese kommen für Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen und dergl. ebenfalls in Frage, wenn die Beschaffung des Teeröls Schwierigkeiten bietet.

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, schneiden hierbei nach dem heutigen Stand der Tränktechnik die Wolman-Salze am besten ab.

Soweit es sich um bereits verbaute Hölzer handelt, empfiehlt sich eine Behandlung derselben mit »Schwammschutz Rütgers«.

Tränkung von Eisenbahnschwellen in Amerika.

Von Dr. phil. Dr. Ing. **Friedrich Moll.**

Vom 25. bis 27. Januar d. J. tagte in Nashville nessy die 23. Jahresversammlung der amerikanischen Holzägnierungsvereinigung. Die Vereinigung hat sich im Laufe Jahre schon eine geachtete Stellung in der amerikanischen ıstrie erworben und führt in ihren Kommissionen seit Jahren die verschiedensten Kreise aufserordentlich wertvolle Unterungs- und Aufklärungsarbeiten durch. Die Jahreskonferenzen infolgedessen nicht mehr so wie noch vor 20 Jahren durch dende Vorträge ausgezeichnet, sondern ihr Hauptwert liegt der Besprechung der von den verschiedensten Fachleuten geteilten Erfahrungen. Aus den diesjährigen Verhandlungsenständen seien die für die Eisenbahn wichtigsten kurz vorgehoben:

1. Bericht des Komitees 5/1/2 über Wagenbauhölzer. ı Konferenzbericht liegen die Angaben amerikanischer nen zugrunde. Bisher läfst sich noch nicht erkennen, dafs Verwendung getränkter Hölzer für den Wagenbau gröfsere eutung gewonnen hat. Die Angelegenheit ist bei den sten noch im Versuchszustande. Die Baltimore und Ohioı streicht die Fufsbodenhölzer der Güterwagen mit Steinlenteeröl an, in einigen Fällen auch mit Karbolineum. Die adian Pacific macht Versuche mit Ölfarbenanstrichen. Die cago Burlington und Quinzi benutzt teilweise Hölzer, die er Druck mit Teeröl getränkt sind. Die Chicago Milwauke St. Paul hat ungefähr 100 Wagen in Betrieb, die vollständig getränktem Holz gebaut sind. Die Kosten werden für n Wagen auf 25 bis 30 Dollar geschätzt. Die Chicago und th Western hat im Jahre 1925 für 500 Wagen das Holz in röl tauchen lassen. Auch die Great Northern hat 500 Wagen hnlicher Weise ausführen lassen. Ähnlich sind die Berichte r grofsen Reihe weiterer Bahnen. Für Dächer von Güteren sind im vergangenen Jahre schätzungsweise 500 000 qm änktes Holz geliefert worden. Leider ist man bisher noch t in der Lage, irgend welche mit genauen Ziffern begründete eile über den Wert der getränkten Hölzer für Güterwagen geben.

2. Unter den Vorträgen sind für Eisenbahningenieure nders zwei wichtig. Bateman sprach über die Umstände, denen die Wirkung der Schutzmittel im Holz abhängt. Clean gab einen Bericht über die verschiedenen Einflüsse, das Eindringen und die Aufnahme von Schutzstoffen im e beeinflussen. Bateman führte etwa aus:

Schutzmittel für Holz müssen genügend wirksam sein gegen holzzerstörenden Keime. Sie dürfen weder Eisen noch angreifen, sie müssen leicht eingedrückt werden können, müssen ihre Wirkung lange aufrecht halten und endlich verhältnismäfsig billig sein. Für verschiedene der genannten rderungen haben wir keine hinreichend zuverlässigen ungsarten. Die Giftwirkung können wir ziemlich gut els besonderer Kulturen von holzzerstörenden Pilzen prüfen. it diese Giftwirkung aber auch zur Schutzwirkung wird, der Stoff sich im Holz nicht in unerwünschter Weise ndern. Benzin z. B., das hohe Giftwirkung hat und Eisen t angreift, dabei leicht eingedrückt werden kann, ist sehr tig. Über diese »Dauerhaftigkeit« der Holzschutzmittel fehlen Untersuchungen noch fast gänzlich. In vielen Fällen kann man solche Werte aus Beobachtungen ableiten. Es dauert aber immer sehr lange, bis wir die gewünschten Zahlen gewinnen und oft kann es vorkommen, dafs, wenn sie endlich vorliegen, aus irgend welchen anderen Gründen schon das Interesse an den betreffenden Schutzmitteln und Verfahren geschwunden ist. Welche Bedeutung solche Fragen aber haben, kann man sich am einfachsten dadurch vergegenwärtigen, dafs man die Frage aufwirft, ob das schwere Steinkohlenteeröl, das wir heute benutzen, noch die Zusammensetzung hat, wie vor etwa 15 Jahren. Wenn man nun Versuche in bezug auf die »Dauerhaftigkeit« macht, mufs man sich natürlich zuerst überlegen, wie diese Versuche zur Erzielung einwandfreier Ergebnisse ausgestaltet werden können. Worauf sollen sie beruhen? Auf chemischen Reaktionen? Auf Auslaugung, Verdunstung oder was sonst? Untersuchungen lange im Gebrauch gewesener, mit Teeröl imprägnierter Hölzer zeigen, dafs beträchtliche Mengen der niedrig siedenden Anteile des Öles verschwunden sind. Man meinte, sie seien verdunstet. Daher hat man sich immer wieder mit der Verdunstung von Ölen beschäftigt. Wir wissen aus diesen Versuchen heute, dafs der Mengenverlust von Teeröl beim Verdunsten in offenen Gefäfsen fast genau der Menge seiner unter 270° C destillierenden Bestandteile entspricht. Bei Schwellen, die in der Strecke eingebaut gewesen sind, liegen die Verhältnisse aber keinesfalls so einfach. Bateman untersuchte eine Schwelle, die 30 Jahre in Jamaika gelegen hatte und noch vollkommen gesund und gut war. In den äufseren Schichten war augenscheinlich das Teeröl stark vermindert. Auffälligerweise war der Verlust an der unteren Fläche der Schwellen am gröfsten. War das Öl dort durch Wasser ausgelaugt? Wie verhält es sich dann mit Rammpfählen, die im Wasser eingebaut sind? Wie kommt es dann, dafs mit Zinkchlorid imprägnierte Schwellen 15 bis 20 Jahre im Dienst bleiben, obwohl das Zinkchlorid erfahrungsgemäfs sehr leicht löslich ist? Bateman beantwortet alle diese Fragen damit, dafs er feststellt, wir wissen noch sehr wenig über die Bewegung und die Vorgänge, denen die Flüssigkeiten im Holze unterliegen. Vor allen Dingen sind wir noch vollständig im Unklaren darüber, auf welche Weise die in das Holz eingebrachten Stoffe dieses wieder verlassen. Bewegt sich Teeröl im Holz ebenso wie Wasser? Bewegen sich die Flüssigkeiten beim Herausgehen als Dämpfe oder als Flüssigkeit in den Hohlräumen? Warum trocknet eine Art Holz schneller als die andere? Warum lassen sich verschiedene Hölzer verschieden schwer tränken? Was bedeutet der mit dem Schlagwort »Fixierung« bezeichnete Vorgang? Im allgemeinen wissen wir, dafs Wasser im Holz am geschwindesten in der Längsrichtung fortgeleitet wird, weniger schnell in radialer, am langsamsten in tangentialer Richtung. Auch hierüber kennen wir bisher nur diese allgemeinen Angaben. Wir wissen weiter, dafs Spätholz dichter als Frühholz ist. Sind entsprechende Unterschiede in der Fortleitungsgeschwindigkeit vorhanden? Steht die Verdunstung der in Holz eingepreßten Flüssigkeiten im gleichen Verhältnis wie die aus freien Oberflächen? Vergleichen wir etwa Chloroform, Benzol und Wasser!

Bateman faſst diese Sachen dahin zusammen, daſs wir in bezug auf die Kenntnis der beim Tränken von Schwellen auftretenden Vorgänge noch ganz in den Kinderschuhen stehen. Das Forstproduktenlaboratorium Madison hat eine Reihe von Untersuchungen eingeleitet, aber es wird noch lange Zeit dauern, bis diese soweit durchgeführt sind, daſs aus ihnen Werte und brauchbare Schlüsse für die Imprägnierungspraxis abgeleitet werden können.

3. Der Hauptpunkt aus dem Bericht von Maclean ist die Feststellung der Abhängigkeit der Imprägnierungsfähigkeit von der Viskosität. Zu diesen Versuchen wurden Schwellen aus Douglastanne benutzt. Dieses Holz hat insofern Ähnlichkeit mit der deutschen Fichte, als bei ihm sowohl Kern- wie Splintholz dem Eindringen von Imprägnierstoffen groſsen Widerstand entgegensetzen. Die Schwellen waren vor den Versuchen 7 bis 8 Monate natürlich getrocknet, bis ihr spezifisches Gewicht rund 0,46 betrug. Die Tränkung wurde mit Drucken von 9, 11 und 12,5 at durchgeführt. Bei jedem Druck wurden Temperaturen von 60, 71, 82, 93, 104 und 115° angewendet. Vor dem Tränken wurde die Luft eine halbe Stunde abgesaugt, dann fünf Stunden mit vollem Druck gepreſst und zum Schluſs zehn Minuten Luftverdünnung gegeben. Es wurden jedesmal rund 25 Schwellen gleichzeitig getränkt. Die Ergebnisse werden wie folgt zusammengefaſst:

Bei gleicher Eindringungstiefe stehen die Werte »Ölaufnahme zu Kubikinhalt« im geraden Verhältnis zu der O fläche. Deshalb wurde bei der Auswertung der Versuche ni wie sonst üblich, der Kubikinhalt des Holzes, sondern Oberfläche zugrunde gelegt. Erhöhung der Temperatur, we die Viskosität verringert, hat einen auſserordentlich sta Einfluſs sowohl auf die Eindringung, wie auf die Aufnah menge. Innerhalb der Grenzen der beim Versuch benut Drucke und Temperaturen lieſs sich zeigen, daſs die Temper einen viel stärkeren Einfluſs auf die Eindringung hat, als Druck. Höhere Temperaturen geben eine sehr viel bes Eindringung als niedrige, so daſs die Erhöhung der Eindring bei Druckänderungen von 9 auf 12,5 at bei einer Temper von 93° um 70% gröſser ist als bei 60°. War Temperatur Druck am höchsten, nämlich 12,5 at und 115° so nei einige Schwellen schon zum Zerfallen. Dieses dürfte also praktische Grenze sein.

Die Ergebnisse werden wie folgt zusammengefaſst: höhung der Temperatur beim Tränken erhöht die Eindring und die Aufnahme bei allen Drucken und macht gleichze die Erhöhung des Druckes sehr viel wirkungsvoller. Die ziehungen zwischen Temperatur, Druck und Eindringung kön durch eine mathematische Gleichung ausgedrückt werden. Temperatur allein ist jedoch nicht zur Erzielung guter dringung ausreichend, denn sie wirkt nur dadurch, daſs höheren Temperaturen die Viskosität des Öles vermindert w

Aus amtlichen Erlassen.

Erhöhung der Fahrzeiten der Personenzüge bei der D. R. G.

Zur Erzielung einer weiteren Beschleunigung der Züge des Personenverkehrs auf Hauptbahnen, insbesondere der schnellfahrenden, wurden von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft neue Bestimmungen erlassen, deren wesentlichen Inhalt wir im folgenden wiedergeben:

Für F D-, D- und E-Züge, in denen in der Regel nur Drehgestellwagen verwandt werden, wird die der Berechnung der Fahrzeiten zugrunde zu legende höchstzulässige Geschwindigkeit auf 100 km, für B P- und P-Züge auf 75 km festgesetzt. Züge, die mit Schutzabteil ohne Packwagen gefahren werden sollen, sind mit 65 km, Züge, die auch ohne Schutzabteil laufen sollen, mit 50 km Höchstgeschwindigkeit zu berechnen.

Die Fahrzeiten sind für die Regelbelastung der Züge zu errechnen. Um die im Betrieb nicht zu vermeidenden Zeitverluste einfahren zu können und um bei Höchstbelastung der Züge die notwendige Fahrzeitreserve zu haben, ist zu den so errechneten Fahrzeiten ein Zuschlag zu machen. Dieser Zuschlag ist für die F D- und D-Züge unter Berücksichtigung aller Umstände, wie Lokomotivgattung, Streckenverhältnisse, Verkehrsaufgaben des Zuges usw. und auf Grund der bisherigen Erfahrungen von Fall zu Fall festzusetzen. Bei F D-Zügen soll dieser Zuschlag 4%, bei D-Zügen 7% nicht übersteigen. Für E-, B P und P-Züge soll wie bisher der Zuschlag 10% betragen. Die Zuschläge brauchen nur für die reinen Fahrzeiten nach Abzug der etwa schon mitenthaltenen Zuschläge für das fahren und das Abbremsen berechnet zu werden.

Die nach der Regelbelastung errechneten Fahrzeiten mehrt um den nach vorstehenden Gesichtspunkten berechn Zuschlag sind als planmäſsige Fahrzeiten der Fahrp gestaltung zugrunde zu legen. Die Höchstbelastung bei diese fahrplanmäſsigen Fahrzeiten noch einzuhalten sind, durch eine Überschlagsrechnung festzustellen. Als kürze Fahrzeit soll in Spalte 9 des Fahrplanbuches dieje eingesetzt werden, die sich auf Grund der Bestimmungen B O und der F V über die auf den einzelnen Strecken schnitten zulässige gröfste Geschwindigkeit sowie unter achtung der höchsten Lokomotivgeschwindigkeit und der für die Höchstgeschwindigkeit gesetzten Grenzen errech

Je für Anfahren und Anhalten ist den so ermittelten kürze Fahrzeiten die Hälfte des Zeitunterschiedes zuzuschlagen, zwischen der planmäſsigen Fahrzeit eines über den Strec abschnitt durchfahrenden Zuges und eines auf dem Absch anfahrenden bzw. anhaltenden Zuges bei Regelbelastung best

Die hiernach errechneten Fahrzeiten, die besonders den schnellfahrenden Zügen eine nicht unbedeutende Kürz der heute vorhandenen, planmäſsigen Fahrzeiten erwarten las sind möglichst schon der Fahrplangestaltung zum 15. Mai 1 zugrunde zu legen.

Berichte.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Schwellentränkzug der italienischen Staatsbahnen.

In Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane vom 15. Januar 1927 berichtet Ing. Corio über einen Schwellentränkzug der italienischen Staatsbahnen. Der Wunsch, einen solchen Zug zu erbauen, entstand im Weltkrieg, als es wegen des Wagenmangels unmöglich war, die Schwellen an die Tränkstellen zu verbringen. Jetzt scheut man die Laufwege zwischen Tränkstellen und Verwendungsplätzen als unwirtschaftlich und man erwartet von der Möglichkeit, die Schwellen in unmittelbarer Nähe des Erzeugungsplatzes zu tränken, groſse Vorteile. Man rechnet bei den italienischen Staatsbahnen, daſs den Bedarf von drei Millionen Schwellen jährlich 16 700 Wage zehn Tage lang für diesen Zweck gebraucht werden. Bisher stan nur private Tränkanstalten in Neapel und Rom zur Verfügung; j haben die Staatsbahnen auch eine bahneigene in Livorno erric und sparen damit nachweislich jährlich etwa drei Millionen L Der nächste Schritt war die Einrichtung des Tränkzuges. Er in Station Foligno, einem geeigneten Schwellensammelpunkt, sc drei Jahre gearbeitet. 1926 hat er innerhalb sieben Monaten (

bis November) 152 000 Schwellen getränkt. Die Ersparnisse
n zu 1,4 Millionen Lire angegeben, gegenüber der Privattränkung
auf 2,5 Millionen Lire. Anfangs waren die Schwierigkeiten freilich
(Baukosten, Auswahl der Bedienungsmannschaft, Wahl des
tsortes).

Der von den Staatsbahnen selbst gebaute Tränkzug besteht
einem Schwelleneinfahrwagen mit Rampe, dem Tränkkessel-
n, dem Maschinen- und Dampfkesselwagen, dem Vorratswagen,
Mefswagen, dem Werkstätte-, Magazin-, Wohn- und Küchenwagen.
Einrichtungen sind vielfach denen der festen Tränkanstalt in
no nachgebildet oder gleich von dieser übernommen.

Der Tränkkessel hat 2 m Durchmesser bei 11 m Länge und
vier kleine Tränkrollwagen aufnehmen. Er ist durch einen
mantel mit Asbestfutter gegen Wärmeverluste isoliert. Der
nungsstand ist überdacht, ebenso der Gang nach dem Maschinen-
n. Vor dem Tränkwagen steht der Schwelleneinfahr-
n. Auf seine Plattform führt auf Eisenböcken eine Rampe
2% Steigung in Gleisrichtung. Unter dem Schwelleneinfuhr-
n befindet sich ein elektrischer Motor, der von einer Turbo-
no angetrieben wird und eine endlose Kette bewegt, mit der
ränkrollwagen hinaufgezogen werden. Wird die Kette umge-
rt, so kann sie die Rollwagen an einem Stahlseil wieder heraus-
n. Die herausgezogenen Wagen werden dann auf der Platt-
des Einfahrwagens in Bahnwagen entladen, in der Regel aber
nach Einleitung des nächsten Tränkvorgangs, um den Betrieb
zu unterbrechen. Dem Tränkzug sind vier solche Rollwagen-
zu je vier Stück beigegeben. Im Mittel werden im Arbeitstag
chwellen getränkt. Man kann dabei nur Teeröl anwenden,
die Mischung mit Chlorzink in dem Tränkzug zu verwickelte
htungen erfordert hätte.

Dem Tränkwagen folgt der Maschinenwagen. Sein Kessel
okomotivart erzeugt stündlich 1800 kg Dampf von 12 at Druck,
it biegsamen Stahlrohren über den ganzen Zug verteilt wird.
hitzt weiter das Teeröl auf etwa 60° und treibt die erforder-
Pumpen. Der Abdampf aus den Heizschlangen wird mit
en in den Kessel zurückgeführt. Eine Turbodynamo erzeugt
strom von 110 V. bei 33 kW Verbrauch. Eine daran ange-
sene Speicherbatterie liefert den Lichtstrom für den Zug und
chwellenlagerplatz.

Es folgen dann der Vorrats- und der Mefswagen, beide
wärmedichten Zylindern und mit kleinen Befehlsanbauten.
ylinder sind von Dampfschlangen zur Erhitzung des Öls durch-
. Der Werkstättewagen enthält Drehbank, Bohrmaschine,
aschine, hin- und hergehende Säge, Schmiergelscheibe, Amboſs,
ede und zweimännige Werkbank. Die oben gelegene Trieb-
wird durch einen Gleichstrommotor angetrieben. Den Schluſs
n der Magazinwagen, der Wohnwagen mit sieben Betten
Brausebad und der Küchenwagen. Vier ausgebildete Leute
n dem Zuge in Livorno mitgegeben, die weiteren Arbeitskräfte
n am Orte angenommen.

Wenn der Zug an einem Ort seine Arbeit verrichtet hat, so
rt er als Sonderzug mit 30 km/Std.-Geschwindigkeit weiter.
Ende der Umtriebszeit kehrt er nach Livorno zurück, wo er
ucht wird. Die Arbeitssaison dauert im allgemeinen vom Mai
m November. Dr. Saller.

Schneeschutz bei Gebirgsbahnen.

Die Eisenbahn von Oslo nach Bergen an der Westküste von
gen kreuzt den gebirgigen mittleren Teil des Landes und ist
insofern bemerkenswert, als sie eine Höhe von 1300 m und 60°
her Breite erreicht und auf eine Strecke von über 100 km
lb der Baumgrenze verläuft. Bedenkt man ferner, dafs der
he Teil der Strecke die steilen Küstengebirge Norwegens zur
üste des Atlantischen Ozeans emporsteigt und dessen plötzlichen
eftigen Stürmen ausgesetzt ist, dann wird man ohne weiteres
hen, dafs die klimatischen Verhältnisse auf der Linie überaus
stig und die Voraussetzungen für die Aufrechterhaltung des
es während der winterlichen Schneestürme, d. h. für etwa 9
e, so ungünstig wie möglich sind.

Es sei daher, da der Gegenstand im Fachschrifttum neuerdings
ide Beachtung findet*), ein Auszug nach einem Bericht des
Abteilungsingenieurs der Norwegischen Staatsbahnen Lorange in Engineering News Record vom 24. Februar 1927 gebracht.

Die Niederschläge im westlichen und mittleren Teil der Linie sind sehr stark und kommen in der Hauptsache als Schnee zur Erde. Der Schneefall an sich wäre nun kaum gefährlich, doch fegen die häufigen starken Stürme die Schneemassen am Boden entlang und veranlassen Verwehungen gröfsten Ausmafses: An Abhängen und in Einschnitten sind Schneetiefen von 7,50 bis 9 m keine Seltenheit und auch auf der Hochebene östlich vom Kamm des Gebirges finden sich häufig genug Tiefen von 4,50 bis 6 m. Die Bekämpfung dieser Schneemassen und die glatte Aufrechterhaltung des Verkehrs während des gesamten Jahres ist eine harte Aufgabe und erfordert aufser starken und geschulten Arbeitskräften eine Reihe baulicher und betrieblicher

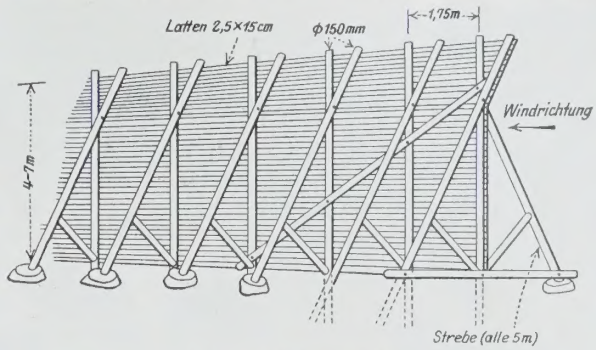


Abb. 1. Schneeschirm.

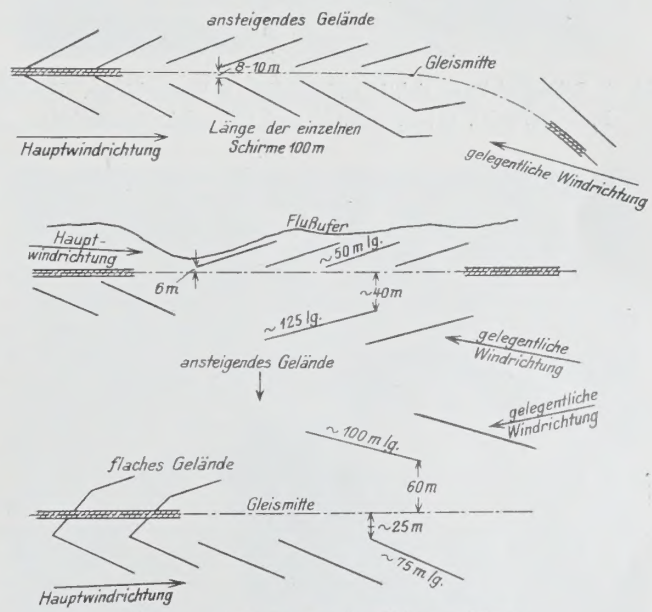


Abb. 2. Anordnung der Schneeschirme.

Mafsnahmen. Der betriebliche Schutz besteht in der Anwendung des Schneepflugs, der bauliche in der Herstellung von Schneeschirmen, Schutzdächern auf erhebliche Strecken und selbst von gemauerten Gewölben gegen Lawinengefahr.

Die Schneebeseitigung mit den verschiedenen Schneepflugarten genügt aber — so umfassend sie auf der genannten Strecke auch betrieben wird — nicht allein, sondern mufs durch die im Nachstehenden beschriebenen baulichen Anlagen unterstützt werden.

An den östlichen Gebirgsabhängen, wo die Niederschläge geringer und die Täler verhältnismäfsig weit und flach sind, verwendet man Schutzschirme nach Abb. 1. Sie sind 4 bis 7 m hoch und bestehen

*) „Bautechnik“ 1924, Heft 8: Saller, Der Kampf gegen die Verwehungen auf den russischen Eisenbahnen. „Zentralblatt der Bauverwaltung“ 1924, Heft 46: Schneeschutzmafsnahmen auf Norwegischen Hochgebirgsbahnen. „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ 1925, Heft 17: Bierbaumer, Sicherung des Eisenbahnbetriebes gegen Lawinengefahren. „Engineering News Record“ 1926, Bd. 96, Heft 13: Schnee- und Streckenschutzanlagen aus vorbetonierten Betonbauteilen. „Annales des Ponts et Chaussées“ 1926, Heft 5: Merle, Schneeschutz des Bahnkörpers. (Vergl. dazu a. Bautechnik 1927, Heft 14). „Railway Gazette“ 1927, Bd. 46, Heft 12: Schneeschutzmafsnahmen bei der Transandenbahn.

aus zollstarken Latten, die in Abständen von 1,74 bis 2,0 m auf Pfosten von 15 cm Mindestdurchmesser aufgenagelt sind. Ihre Aufgabe besteht nicht darin, den Schnee hinter sich anzuhäufen, sie sollen vielmehr die Richtung der vom Wind getriebenen Schneemengen ablenken und dadurch den Bahnkörper freihalten. Ihre richtige Aufstellung ist daher höchst wichtig, Fehler können grofsen Schaden anrichten und den Schnee gerade auf die Gleise hinlenken. Bestimmte Richtlinien dafür aufzustellen ist freilich untunlich: Nur eingehende Beobachtung der Windrichtungen und der Verwehungsformen sowie Versuche und allmähliche Erfahrung vermögen die richtige Aufstellung dieser Schneefänge nach Richtung sowie nach dem Abstand voneinander und vom Bahnkörper zu gewährleisten.

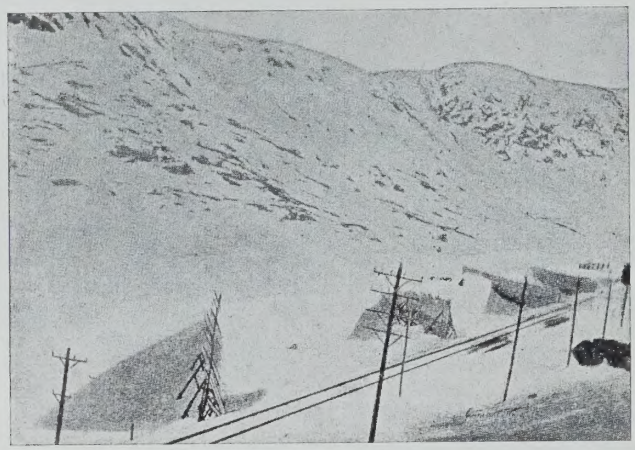


Abb. 3. Schutzwirkung richtig aufgestellter Schneeschirme. (Hinteres Ende verweht, vorderes Ende und Bahngleis schneefrei).

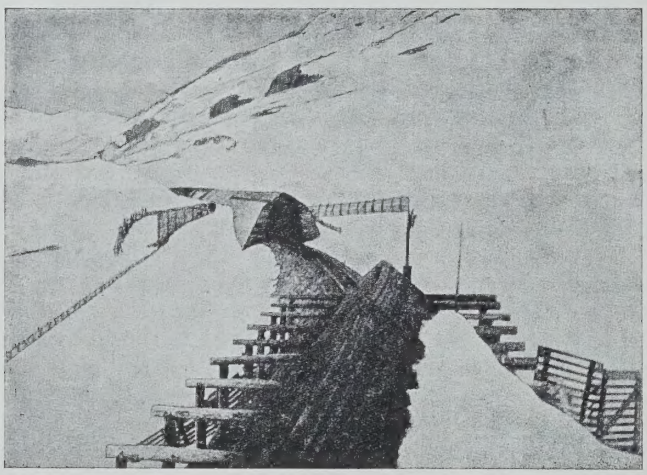


Abb. 4. Schneedächer am Gebirgshang im Schnee.

Geschlossene, ohne Zwischenraum und gleichlaufend zum Bahnkörper aufgestellte Schneefänge sind selten oder nie zu empfehlen, da sie nach ein oder zwei Schneestürmen meist nicht nur selbst im Schnee begraben sind, sondern darüber hinaus auch zur Ursache völliger Verwehung der Strecke werden. Besser bewährt sich in der Regel die Aufstellung einzelner, höchstens 30 m langer Schirme, die mit ihrem vordern Ende etwa 3 bis 4,5 m vom Bahnkörper, schräg zur Gleisachse so aufgestellt werden, dafs sie mit der Hauptwindrichtung einen Winkel von 25 bis 30° bilden. Aus Abb. 2 ist zu erkennen, wie bei dieser Anordnung auch grofse Schneemassen gebunden werden, so dafs die hintern Enden der Schirme fest bedeckt, die vordern und die Gleise jedoch völlig frei geblieben sind.

Richtig angelegte Schneeschirmgruppen sollen den Wind so auffangen und leiten, dafs er den Schnee von den Gleisen bläst: Die Windwirbel schrauben sich längs der schräggestellten, nach hinten offene Gassen bildende Schirme und schaffen an der Windseite eine offene Rinne; sie treiben gleichzeitig den Schnee gegen das hintere Ende der Schirme und das weiter zurückliegende Gelände.

Im Frühjahr enthält der Schnee mehr Wasser und bek die Neigung, an Abhängen und Böschungen herabzugleiten; die stehenden Schirme haben also einen starken Druck auszuhalten, e sind sie im Herbst bei geringem oder fehlendem Schneefall der Gewalt des Windanpralls ausgesetzt; sie müssen also fest gezim und gut gegründet sein.

Für leichtere Beanspruchungen, ferner auf dem Eis von Fl und Seen, wo feste Schirme nicht in Frage kommen sowie dor die Schirme eingeschneit werden und aufgehöht werden mü verwendet man bewegliche Schirme.

Aber diese Art des Schneeschutzes kann nur dort von N sein, wo eine einzige Windrichtung ausschliefslich in Frage ko

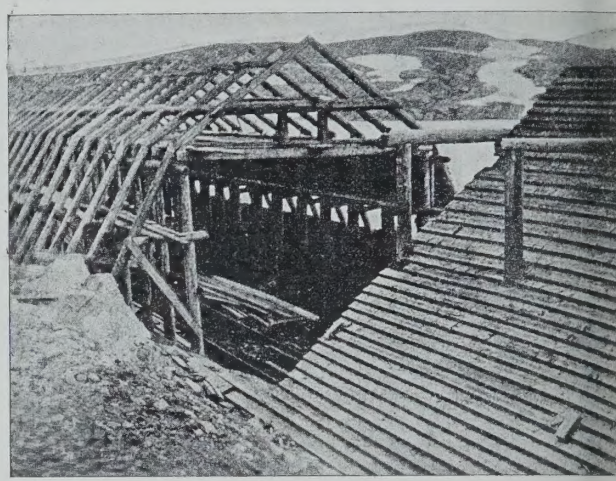


Abb. 5. Schneedächer. (Im Vordergrund bereits abgedeckt, rückwärts noch mit sichtbarem Gespärre.

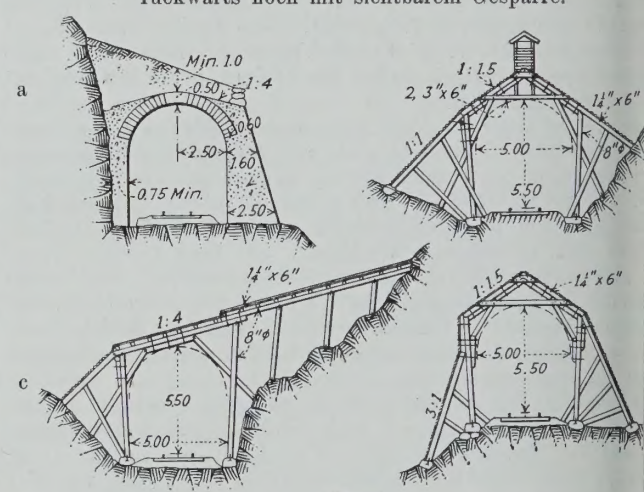


Abb. 6.
Einzelheiten verschiedener Schneedächer und Schutzgalerie

in jedem andern Falle wird naturgemäfs mehr Schaden als N gestiftet. Liegt eine Bahnstrecke unter Winden wechselnder Rich dann wird ein wirksamer Schneeschutz durch solche Schirme schw wenn nicht unmöglich. Abb. 3 bringt auch für diese Fälle Reihe von Vorschlägen. Bei engen Tälern, Schluchten oder s Abhängen ist die Anlage einzelner Schneeschutzschirme an W ebenfalls meist wirkungslos, da diese mehr oder weniger hef Wirbelwinden nicht vorher zu bestimmender und schnell wechse Richtung ausgesetzt sind.

Punkte, die der Gefahr des Verwehens stets in erhöhtem ausgesetzt und besonders sorgfältig zu schützen sind, sind Tu mündungen, Einschnitte und dergl. Hier wird die Aufstellung Schirmen nicht immer zum sicheren Schutz der Strecke gen sondern es wird die Anlage richtiger Schneedächer nach Abb. und 6a bis d erforderlich werden, die dann oft 3 bis 4 m hoch dem First, d. h. 11 bis 12 m über Schienenoberkante vom S bedeckt werden. An Gebirgshängen und unter steilen Felsen sogar Schneehöhen von 15 m und mehr über solchen Dächern

t worden: Im Winter, wenn der Schnee trocken ist, üben seine n in gewissem Umfang eine natürliche Gewölbewirkung aus agen sich selbst, im Frühjahr dagegen enthält er — wie schon — gröfsere Feuchtigkeit, zeigt Neigung zum Gleiten und übt n auf die Dächer einer sehr starke Belastung aus, der sie hsen sein müssen. Namentlich an Hängen (Abb. 6 c) werden ft sehr grofse Belastungen und Drucke ergeben.

Mit Ausnahme der in Abb. 6 d dargestellten, in Beton und werk ausgeführten Schneeschutz-Tunnel wird auch für diese dächer und Galerien ausschliefslich Holz verwendet. Ihre Bau- aus Abb. 6 a bis d in allen Einzelheiten ersichtlich, die enden mechanischen Einwirkungen sind in der Hauptsache und Winddruck, zu denen als drittes klimatische und bio- e Einflüsse auf den Baustoff treten. Der Winddruck wird bei festen Bauwerken wenig und eigentlich nur für die Zeit ihrer llung ins Gewicht fallen; um so mehr ist durch enge Binder- stellung und feste Verzimmerung auf die starken Beanspruchungen durch Schneedruck Bedacht zu nehmen, nachdem frühere leichtere Ausführungen dieser Art in grofsem Umfang zusammengebrochen sind. Die Entfernung der Stützen beträgt jetzt etwa 1 bis 1,5 m, Pfosten und Steifen haben einen kleinsten Durchmesser von 17 bis 20 cm; das lichte Mafs zeigt eine gröfste Höhe von 5,50 m und eine Breite von 5,0 m. Für den Abzug des Rauchs der Lokomotive sind alle 15 bis 20 m Öffnungen in der Bedachung gelassen, ferner sind an landschaftlich reizvollen Punkten einzelne Teile der Seitenwände so eingerichtet, dafs sie im Sommer aufgeklappt werden können.

Bei der Linie Oslo—Bergen führen von der 115 km langen Strecke gegen 40 v. H. durch Tunnel oder Schneedächer, wobei die gesamte Länge der ersteren 17 km, die der letzteren etwa 30 km beträgt. Eine der Haltestellen liegt vollständig unter Dach; bei den Bahnhöfen Finse und Myrdal sind die Drehscheiben und alle Gleise zum Kohlen- und Lokomotivschuppen in gleicher Weise geschützt. A. Kittel.

Lokomotiven und Wagen.

Der amerikanische Fahrzeugbau im Jahr 1926.

Der amerikanische Fahrzeugbau hat im Jahr 1926 wenig besondere ungen aufzuweisen; dagegen ist die Entwicklung auf dem seit einigen Jahren gewiesenen Weg rüstig weitergegangen. omotivbau ist dieser Weg gekennzeichnet durch das Bestreben, f die Gewichtseinheit bezogene Leistung zu steigern; im bau befafst man sich in der Hauptsache mit der Normung var zuerst einmal für die Güterwagen.

m Lokomotivbau ist zunächst die weitere Verwendung höherer drücke besonders beachtenswert*). Über 400 Lokomotiven sseldrücken über 16 at sind im vergangenen Jahr in Auftrag n und zumeist auch noch abgeliefert worden. Die sylvania-Bahn hat 200 Stück 2D1-Lokomotiven mit **), die Illinois Central-Bahn 50 Stück 1D2-Loko- n mit 16,9 at, die New York Central-Bahn 25 weitere okomotiven mit 16,9 at und die Northern Pacific-Bahn ck 2D2-Personenzuglokomotiven ebenfalls mit 16,9 at bestellt. aldwin-Werke haben ihre bekannte 2E1-Versuchsloko- mit 24,5 at herausgebracht***). Die 2D1-Lokomotive der York, New Haven and Hartford-Bahn mit 17,6 at druck soll bei Versuchen einen um $15^1/_2$% besseren Wärme- gsgrad gezeigt haben als eine ähnliche Lokomotive mit nur Druck. Von den Wasserrohrfeuerbüchsen nach Mc. Clellon, i den Hochdrucklokomotiven teilweise in Verwendung sind, et man geringere Unterhaltungskosten als bei der üblichen üchse; ob nach den Erfahrungen mit der ähnlichen Brosan- üchse diese Hoffnung in Erfüllung gehen wird, darf noch estellt bleiben.

ur Erhöhung der Dampftemperatur wird neuerdings der ohr-Überhitzer, in Amerika als Bauart „E" bezeichnet, vielfach det; auch wird der Heifsdampf immer mehr zum Betrieb der aschinen herbeigezogen. Die Lokomotiven erhalten hierfür Regler, der zwischen Überhitzerkasten und Einströmrohr ut wird. Diese Verwendung von Heifsdampf für die Hilfs- nen bedeutet nicht nur einen Gewinn an Wärme, sondern et bei der allmählich sehr grofsen Zahl solcher Hilfseinrichtungen en Lokomotivkessel ganz bedeutend.

uch die Verwendung hochwertiger Baustoffe nimmt ständig e beschränkt sich nicht mehr auf Rahmen- und Triebwerks- ondern greift jetzt auch auf den Kessel über. Die Kanadische ic-Bahn hat verschiedene 2C1-und 1D1-Lokomotiven mit gen Kesseln in Dienst gestellt; neuerdings hat auch die dische Nationalbahn 2D2-Lokomotiven mit Kesseln aus nstahl beschafft.

ur Verbesserung des Kesselwirkungsgrades soll die Ver- g grofser Rostflächen und Verbrennungsräume dienen. Auch usführung ist im vergangenen Jahr häufiger geworden. Die davon ist die Zunahme der Verwendung eines hinteren, sigen Schleppgestells, das jetzt an Lokomotiven der Bauart 1E2, 2C2 und 2D2 auftritt, oft in Verbindung mit einer aschine. Doch scheint der Einbau von Hilfsmaschinen, der in den letzten Jahren in der amerikanischen Fachliteratur mit besonderer Liebe behandelt worden ist, allmählich etwas kritischer betrachtet zu werden. Es werden schon Stimmen laut, die darauf hinweisen, dafs mindestens in einer grofsen Zahl von Fällen die Kosten für Einbau und Unterhaltung dieser Hilfsmaschinen die erzielten Vorteile übertreffen dürften. Die Vorwärmung des Speisewassers wird jetzt ziemlich allgemein vorgesehen; der quer vor der Rauchkammer angeordnete Niederschlagvorwärmer scheint sich neuerdings der gröfsten Beliebtheit zu erfreuen, weniger verwendet wird noch der Einspritzvorwärmer und am seltensten bis jetzt die Abdampf-Strahlpumpe.

Der Siegeszug der Dreizylinderlokomotive ist langsam weitergegangen; die schon erwähnte 2E1-Versuchslokomotive von Baldwin ist sogar als Verbundlokomotive gebaut. Die Dreizylinderanordnung besitzt auch die bedeutendste der im Jahr 1926 gebauten amerikanischen Lokomotiven, die 2F1-Lokomotive der Union Pacific-Bahn, die zugleich die schwerste mit einfachem Rahmen gebaute Lokomotive überhaupt ist.

Besondere Erwähnung verdient noch der Umstand, dafs man neuerdings auch in Amerika dazu übergeht, die Lokomotiven mit Druckmessern für den Blasrohr- und Schieberkastendruck auszurüsten, um dem Führer ein Bild von den Arbeitsverhältnissen der Maschine zu geben. Auch die Verwendung des niedrig angeordneten, weiten Blasrohrs der Deutschen Reichsbahn hat schon Nachahmung gefunden. Man kann im allgemeinen sagen, dafs der amerikanische Lokomotivbau in den letzten Jahren mit Erfolg bestrebt ist, die Lokomotive zu verbessern, im Gegensatz zu früher, wo sein Augenmerk mehr auf stetige Vergrößerung gerichtet war.

Die Verwendung des Verbrennungsmotors für Triebwagen und Lokomotiven hat weiter zugenommen, ist aber, so wenig wie in Europa, über den Versuchszustand richtig hinausgekommen. Meist umgeht man die gröfsten Schwierigkeiten, indem man elektrische Kraftübertragung vorsieht; Damit ist aber der Weg auch einseitig festgelegt. Einzelne Bahnen verwenden Triebwagen schon in ziemlich grofser Zahl, die Boston and Maine-Bahn beispielsweise 24 Stück. Dieselmotoren werden für Triebwagen nur von der Kanadischen Nationalbahn in gröfserem Umfang benützt. Die Verwendung von Verbrennungslokomotiven ebenfalls in der Hauptsache mit elektrischer Kraftübertragung, beschränkt sich noch auf Versuche im Verschiebe- und Werkdienst. Die gröfste derartige Lokomotive ist die C + C-Diesel-elektrische Lokomotive von Baldwin mit einer Leistung von 1000 PS*). Neben diesen Schienenfahrzeugen verwenden aber die amerikanischen Bahnen neuerdings in weitem Umfang auch Autobusse und Lastkraftwagen zur Ergänzung und Erweiterung ihres Verkehrs. Freilich stellen diese bahneigenen Fahrzeuge trotzdem nur einen kleinen Prozentsatz der sämtlichen derartigen Beförderungsmittel dar; sollen doch schätzungsweise etwa 70000 Autobusse in den Vereinigten Staaten laufen.

Die Normung des Güterwagenparkes hat Entwürfe für geschlossene Güterwagen zu 36 und 45 t Ladegewicht, sowie für Wagen zur Kraftwagenbeförderung mit 45 und 63 t Ladegewicht gezeitigt. An der Normung der Drehgestelle wird als an einem der wichtigsten Ziele zur Zeit gearbeitet. Von den beteiligten

) Organ 1927, S. 248.
) Organ 1927, S. 328.
) Organ 1926, S. 412.

*) Organ 1926, S. 213.

Stellen zeigen allerdings die Eisenbahnen mehr Interesse an dieser Normung als die Waggonfabriken. Im Personenwagenbau ist man auf der Suche nach einem geeigneten Rollenlager.

Als eine betriebliche Besonderheit der amerikanischen Bahnen ist schliefslich noch zu erwähnen, dafs es bei einer Reihe von Versuchsfahrten bei verschiedenen Bahnen gelungen ist, lange Lokomotivläufe zu erzielen und damit die Möglichkeit zu wesentlich besserer Ausnützung der Lokomotiven im Betrieb zu schaffen. Bei geeigneter Rostanordnung — ein grofser Teil der amerikanischen Lokomotiven besitzt Schüttelroste — haben sich jetzt auch Lokomotiven mit Kohlenfeuerung hierfür bewährt, während bisher Lokomotiven mit Ölfeuerung verwendet wurden. So befördert jetzt die New York Central-Bahn einen ihrer Züge zwischen New York und Chicago auf eine Entfernung von 1600 km ohne Lokomotivwechsel. Bei der Chicago, Burlington and Quincy-Bahn legte eine Lokomotive im gemischten Dienst 4250 km mit demselben Feuer zurück, das 183 Stunden auf dem Rost blieb, und bei der Northern Pacific-Bahn blieb eine Lokomotive über eine Strecke von 3200 km am Zug. Eine vierte Bahn hat vier Verschiebelokomotiven ohne Feuerreinigen 30 Tage im Betrieb gehalten. Derartige Ergebnisse zeigen, in welcher Richtung von der neuzeitlichen Lokomotive noch eine bessere Wirtschaftlichkeit erwartet werden kann. R. D.

(Mech. Engineering 1926, Dez.)

Die Personenzuglokomotiven bei der Baltimore und Ohio Bahn von 1893 bis 1927.

Die Baltimore und Ohio Bahn hat in diesem Jahr, in dem sie ihr hundertjähriges Bestehen feiert, 20 neue C1-h2-Lokomotiven verstärkter Bauart in Dienst gestellt. Die Lokomotiven, die an sich der in Amerika üblichen Bauform der 2C1-Lokomotive entsprechen, stellen augenblicklich das letzte Glied in der Entwicklung der Personenzuglokomotive bei der genannten Bahn vor. Die nachstehende Zusammenstellung der hauptsächlichsten Abmessungen gibt ein Bild dieser Entwicklung, die auch bei den meisten anderen Bahnen Nordamerikas — teilweise wohl in noch stärkerem Grad — zu finden ist.

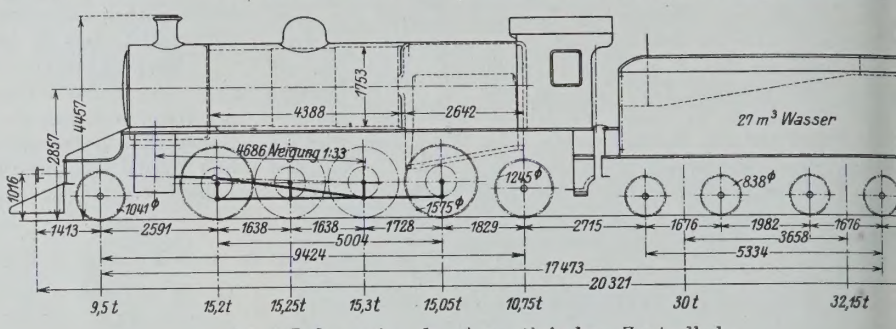
	1893	1896	1910	1913	1919	1927	
Bauart	2B-n2	2C-n2	2BI-n2	2CI-h2	2CI-h2	2CI-h2	
Zylinderdurchmesser	508	533	559	610	635	686	mm
Kolbenhub	610	660	660	711	711	711	„
Durchmesser der Treibräder	1981	1981	2032	1930	1854	2032	„
Kesselüberdruck	11,7	13,4	14,5	13,4	14,0	16,2	at
Rostfläche	2,28	3,20	5,15	5,25	6,20	6,55	m²
Verdampfungsheizfläche	157	200	218	238	310	357	„
Überhitzerheizfläche	—	—	—	54,3	73,5	86,5	„
Reibungsgewicht	34,0	51,2	52,5	72,0	75,7	91,0	t
Dienstgewicht der Lokomotive	52,8	66,5	86,2	112,8	125,5	146	„
Zugkraft (nach der Quelle)	7850	10780	12400	15500	18500	22700	kg

(Railw. Age 1927, I. Halbj., Nr. 19.) R. D.

1D1-h2v Güterzuglokomotive der Argentinischen Zentralbahn.

Die Lokomotiven, von denen 20 Stück von Beyer, Peacock und Co. in Manchester gebaut worden sind, sollen für den Dienst vor schweren Güterzügen bestimmt sein. Wenn dies zutreffen sollte, so wäre es allerdings vorteilhafter gewesen, auch die letzte Achse als Kuppelachse auszubilden, was ohne jegliche Schwierigkeit möglich war. Der allgemeine Aufbau der Lokomotiven entspricht der englischen Ausführung, in den Einzelheiten sind jedoch einige bemerkenswerte Abweichungen vorhanden.

Wie dies neuerdings auch in England üblich ist, liegen die Zylinder samt den Scheiben mit Triebwerk und Steuerung aufserhalb der Rahmen. Eine Besonderheit ist dagegen die Zweizyl Verbund-Anordnung, die selbst aufserhalb Englands bei Heifs lokomotiven selten — einigermafsen nur in Österreich — zu ist. Die Kolbenschieber beider Zylinder haben bei 356 mm messer innere Einströmung mit 175 mm gröfstem Schieberhub Rahmen ist als Blechrahmen ausgebildet. Die beiden Lauf haben je 127 mm Seitenausschlag; die vordere als Bisselach hintere als Webb (Adams)-Achse. Die vier Kuppelachsen sin



1 D 1 Lokomotive der Argentinischen Zentralbahn.

die zweite und die dritte, die angetrieben wird, haben keine kränze. Anscheinend hat die bestellende Bahn besonders ver dafs die einzelnen Achsen durch Ausgleichhebel verbunden w sollten, weil dies in England in der Regel nicht geschieht. Aus Grund war aber wohl die englische Baufirma über das Wes Belastungsausgleichs nicht völlig im klaren und hat — weni auf der in der Quelle veröffentlichten Zeichnung — sämtliche A durch Ausgleichhebel verbunden; die Aufhängung wird dami und die Lokomotive läuft unruhig und nickend. Auf dem Fe hat man diese Erfahrung schon im Jahre 1848 bei der C lokomotive" der Württembergischen Staatsbahn gemacht*). Zw die Federn und Ausgleichhebel sind Gummipuffer eingeschalte Kessel hat Belpaire-Form. Die Feuerbüchse besteht aus Flufs ihre Nähte sind in der unteren Hälfte autogen geschweifst, oberen Hälfte genietet. Die Heiz- und Rauchrohre sind elek in die Feuerbüchsrohrwand eingeschweifst. Von der Ausrüstu der „Dabeg"-Einspritzvorwärmer zu erwähnen, der von der Kuppelachse aus angetrieben wird. Der Tender ruht auf zwei achsigen Diamond-Drehgestellen.

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck	1
Zylinderdurchmesser: Hochdruck	53
" Niederdruck	80
Kolbenhub	66
Kesseldurchmesser aufsen, gröfster	175
Kesselmitte über Schienenoberkante	285
Heizrohre: Anzahl	12
" Durchmesser	5
Rauchrohre: Anzahl	2
" Durchmesser	13
Rohrlänge	454
Heizfläche der Feuerbüchse	15,
" " Rohre	133,1
" des Überhitzers	25,6
" — im ganzen — H	174,0
Rostfläche R	2,6
Durchmesser der Treibräder D	157
" " Laufräder vorn 1041, hinten	124
" " Tenderräder	83
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	500
Ganzer Achsstand der Lokomotive	942
Reibungsgewicht G_i	60,8
Dienstgewicht der Lokomotive G	81,0
" des Tenders	62,1
Vorrat an Wasser	27
" " Brennstoff	10
H : R	67
H : G	2,1
H : G_i	2,8

(The Railw. Eng. 1927, März.) R

*) siehe: Jahn, Die Dampflokomotive in entwicklungsgesc licher Darstellung ihres Gesamtaufbaues, S. 212.

Kessel mit Innenfeuerung für Lokomotiven.

ei einer Versammlung der englischen Lokomotiv-Ingenieure r kurzem ein eigenartiger und bemerkenswerter Vorschlag zur sserung der Dampflokomotive gemacht worden. Während man Ziel bisher in der Hauptsache durch Verbesserung der Lokomaschine zu erreichen suchte, wendet der neue Vorschlag sich hliefslich dem Lokomotivkessel zu; er will dessen Wirkungsgrad etisch auf 99% erhöhen. Die bisherige Trennung von Wasser- Dampf- und Feuerungsraum soll wegfallen und die Verbrennung telbar im Kesselinnern unter Kesseldruck vor sich gehen. Die nstein- und Aschkastenverluste sowie die Verluste durch lung in der Feuerbüchse und Rauchkammer fallen damit weg; erbrennungsgase bilden mit dem Dampf ein Gemisch ungefähr zu en Teilen, das in den Zylindern verarbeitet werden kann. Der hlag geht von dem Gedanken aus, dafs jeder Brennstoff auch im er brennt, sofern nur genügend Sauerstoff zugeführt werden kann. r Praxis wird man sich allerdings auf Brennstoffe in flüssiger in Staubform beschränken müssen, da nur diese dem unter stehenden Kessel regelbar zugeführt werden können. Mit gen Brennstoffen sollen auch schon kleinere Versuche in der nten Richtung gemacht worden sein, welche die Durchführbarkeit Vorschlags erwiesen hätten.

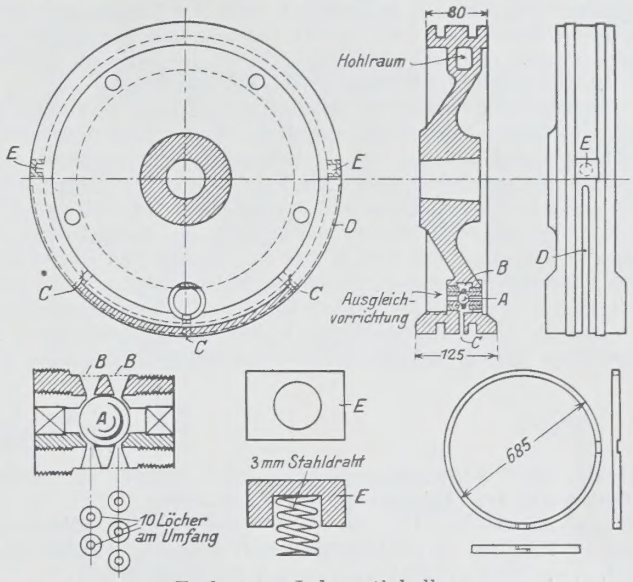
Zum Anheizen des Kessels wird zunächst eine Hilfsflamme ndet, welcher das Öl-Druckluft-Gemisch unter einem den Kessel- etwas übersteigenden Druck zugeführt wird. Der Wasserstand essel mufs dabei zunächst noch unter der Brennerhöhe gehalten en. Sobald mittels dieser Hilfsflamme der Brenner und das gewölbe genügend erhitzt sind, wird die Hauptflamme einaltet, die nun zunächst über dem Wasserspiegel brennt. Der erstand wird dann so weit erhöht, dafs er bis zur Brennermitte und die Flamme im Wasser brennt. In ähnlicher Weise soll der Dampf überhitzt werden. Die Flamme soll eine Temperatur 1800 bis 2000° erreichen. Die Verbrennung unter Druck soll ntlich vollkommener sein als bei der üblichen Feuerungsart, dabei die Moleküle des Brennstoffs in viel innigere Berührung lem zugeführten Sauerstoff kommen. Bei der hohen Temperatur mpft das die Flamme umgebende Wasser auf der Stelle und erlangte Dampfdruck soll in kürzester Zeit — ein Druck von beispielsweise in 6 Min. — erreicht werden. Das erzeugte f-Gas-Gemisch läfst sich etwa mit dem in Gas- und Ölmotoren gten Gemisch vergleichen, wenn auch dort der Dampfanteil ntlich geringer ist. Da nach Angabe der Quelle die spezifische ne des Gemisches nieder und seine Ausdehnungsfähigkeit aufserntlich hoch ist, so müfste die damit betriebene Maschine — nds bei Überhitzung — sehr wirtschaftlich arbeiten. Bei einem ach sollen bei 12 at Druck und Überhitzung auf 360° 5,0 kg f-Gas-Gemisch für eine PS_i h verbraucht worden sein.

Abgesehen von dem schon erwähnten hohen Kesselwirkungsgrad 99%, der sicher erreicht werden soll, hätte eine Lokomotive einem derartigen Kessel noch allerhand Vorteile. Zunächst e die ganze Belästigung durch Rufs und Funkenwurf wegfallen; Aufnehmen des flüssigen oder staubförmigen Brennstoffs würde sehr einfach gestalten. Der Wirkungsgrad der Maschine würde n das Wegfallen des Blasrohr-Gegendruckes verbessert. Die einfache Bauart eines zylindrischen Kessels würde schliefslich eine bedeutende Gewichtsersparnis bringen, aufserdem die Möglichkeit zu leichter Erhöhung des Kesseldrucks bieten und dabei nicht mehr die vielen Kesselschäden aufweisen, die dem heutigen Lokomotivkessel vermöge seiner Bauart — Feuerbüchse, Rohre — anhaften.

(The Railw. Engineer 1927, März.) R. D.

Entlasteter Lokomotivkolben nach Martyn.

Die Bauart des in der Zeichnung dargestellten Kolbens soll verhindern, dafs dieser sich auf die untere Zylinderwandung aufsetzt und letztere dadurch abgenützt wird. Die Entlastung wird durch eine Rille D herbeigeführt, welche in der unteren Hälfte des Kolbens zwischen den beiden Kolbenringnuten eingedreht ist und durch einen Kanal C sowie die oben erwähnten Bohrungen mit Dampf gefüllt wird. Den Abschlufs dieser Rille nach der oberen Kolbenhälfte bilden zwei kleine Platten E, die durch Federdruck an die Zylinderwand gepreſst werden. Das in der Rille sich bildende Dampfkissen



Entlasteter Lokomotivkolben.

soll ausreichend sein, um den Kolben frei zu tragen. Der Dampfzutritt zu der Rille wird durch eine Stahlkugel A gesteuert, welche mit 2 mm Spiel zwischen den Sitzflächen zweier durchbohrten Stutzen liegt, die von beiden Seiten in den Kolbenkörper eingeschraubt sind. Ferner sind rings um den Kugelsitz in zwei Reihen je zehn kegelförmige Löcher B gebohrt. Beim Arbeiten des Kolbens wird die Kugel durch den in die Bohrung eintretenden Dampf auf die entgegengesetzte Seite gedrückt und schliefst so die rückwärtige Bohrung ab. Kolbenkörper der beschriebenen Art sind seit mehr als einem Jahre in Betrieb und sollen die Erwartungen bisher erfüllt haben. Bttgr.

(Railw. Age.)

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Die Spitzendeckung in Bahnkraftwerken.

Mit dem zunehmenden Bedarf an elektrischer Energie, der sich nders in den Dezemberwochen für die Elektrizitätswerke wegen dann besonders hohen Anforderungen an die Stromlieferung schaftlich ungünstig auswirkt, gewinnt die Frage wirtschaftlicher ung dieser Stromspitze immer gröfsere Bedeutung. In der anfangs abgehaltenen Hauptversammlung des Verbandes tscher Elektrotechniker in Kiel war demgemäfs diese e als einer der Hauptpunkte auf das Arbeitsprogramm gesetzt eine Reihe interessanter Vorträge namhafter Fachleute befafste mit den verschiedenen Möglichkeiten zur Beschaffung des enstromes wie durch Dampfspeicherung in Ruthsspeichern, aulische Speicherung mit „künstlichem Zuflufs", Akkumulatorenerien, Grofs-Dieselmotorwerke, Stromentnahme aus den Grofseitungen. Dabei war auch die Deckung der Spitzen in den, Vorort- und Fernverkehr dienenden Bahnkraftwerken Gegend der Erörterung, die besonders scharfe Anforderungen an die technischen Einrichtungen der Werke stellt. Bei diesen Stromspitzen handelt es sich nicht nur um die sich regelmäfsig im Tagesbetrieb durch den wechselnden Verkehr zeigenden Stromschwankungen, sondern auch um solche, welche infolge plötzlicher Witterungsänderung oder infolge plötzlich aus irgend einem Grunde auftretenden Verkehrsandranges und zumal infolge des Anfahrens der schweren Züge im Wechsel von Sekunden auftreten. Die neuzeitlichen Generatoren zur Erzeugung des elektrischen Stromes sind wohl befähigt, grofsen Stromschwankungen um ihre Normalleistung nachzukommen, aber auch ihre Antriebsmaschinen und die sie speisenden Kraftquellen wie die Dampfkessel müssen den jeweiligen Anforderungen gewachsen sein. Doch die Kessel allein, insbesondere die neuzeitlichen mit hoher Dampfspannung, die nur kleine Wasserräume besitzen, sind hier nicht ausreichend und verlangen eine elastische Kupplung als Bindeglied mit den Dampfturbinen, die in den Ruthsspeichern gegeben ist. Über diese sprach Direktor Dr. Ing. Ruths, Stockholm. Direktor Dr. Ing. Mattersdorf und Reichsbahnrat

Wachsmuth berichteten in der Aussprache über die günstigen Erfahrungen, die mit diesen im Kraftwerk der Hamburger Hochbahnen bzw. in den Bahnkraftwerken in Altona und Mittelsteine gemacht worden sind.

Bei der Maschinenanlage im Kraftwerk Mittelsteine tritt der Frischdampf mit einem Druck von 15 atü und einer Temperatur von 325° C in die Turbine ein und wird in dieser auf den Kondensationsdruck entspannt. Gleichzeitig tritt in die Turbine der Speicherdampf, dessen Druck bei Sättigungstemperatur je nach dem Füllungsgrad des Speichers zwischen 15 und 5 atü schwankt. Das Verhältnis der gleichzeitig eintretenden Frisch- und Speicherdampfmenge wechselt je nach dem Speicher- bzw. Kesseldruck. Solange die Kessel bei kleiner und mittlerer Leistung den Dampf liefern können, arbeitet die linke Seite der Steuerung. Wird noch über die Leistung hinaus Dampf erzeugt, so strömt er durch ein Überströmventil in den Speicher. Reicht bei steigender Belastung die Frischdampfmenge nicht mehr aus, so wird der Speicherdampf mit herangezogen und die ganze Steuerung ist in Tätigkeit. Mit der Steuerung arbeiten zusammen Druckregler, welche die Dampfzufuhr aus Kessel und Speicher regeln und auch ein Parallelarbeiten mit Turbinen, die nicht für Speicherdampfbetrieb eingerichtet sind, ermöglichen.

Eine gleiche Turbine ist letzthin in dem Kraftwerk der Hamburger Hochbahnen aufgestellt, die mit den Ruthsspeichern zusammen sehr befriedigend arbeitet. Der Kesselhausbetrieb gestaltet sich sehr einfach und übersichtlich. An Kesselheizfläche werden gegen früher 20% gespart. Der Wirkungsgrad des Speichers hat sich zu 84,7% ergeben, und übertrifft hiermit, wie auch in den Anlagekosten jede andere Speicherart. Die Kosten für den Ausbau von Kraftwerken durch Ruthsspeicheranlagen einschliefslich der Turbinen und Bauten betragen nur etwa 120 bis 140 ℳ für das kW Leistungserhöhung.

Auf die Verwendbarkeit der hydraulischen Speicherung mit künstlichem Zufluſs bei Bahnkraftwerken mit Wärmeenergie wies in der Aussprache Ministerialdirektor Prof. Dr. Ing. e. h. Glei mann-Berlin hin, indem er über die angestellten Untersuchur zur Anlage eines Wärmekraftwerks für den Betrieb einer An Linien des südwestlichen Bahngebiets der Deutschen Reichsb Gesellschaft berichtete. Im Kraftbedarf für die Linien beste grofse Schwankungen bis zu 52 000 kW bei 25 000 kW Gr belastung. Die Betriebsausgaben waren festzustellen, wenn die Spi im Belastungsdiagramm einmal mit Dampf allein, das andere durch hydraulische Speicherung gedeckt werden. Die Dampfk anlage soll möglichst gleichmäfsig belastet arbeiten und der Pum strom zur hydraulischen Speicherung aus ihr gedeckt werden. Bahnbetrieb erfordert 293 Millionen kWh, auf die Spitzen entfa 20 Millionen kWh. Für die Bereitstellung hydraulischer Ene zur Deckung der Spitzen werden 34,5 Millionen kWh erfordert dafs dann insgesamt 308 Millionen kWh zu erzeugen sind. Kraftwerk erfordert in neuzeitlicher Ausführung mit Kohlenst feuerung, 30 at Betriebsdruck, Dampfüberhitzung, 300 ℳ/kW Aus kosten und die jährlichen Betriebskosten für die erzeugte Ene im reinen Dampfbetrieb stellen sich auf 7,86 Millionen ℳ. In bindung mit hydraulischer Speicherung verringern sich diese 6,25 Millionen ℳ, so dafs 1,62 Millionen ℳ gespart werden. Bei e Ausbauleistung des Speichers auf 2700 kW liegen somit die Gr baukosten bei 590 ℳ/kW. Sie betragen aber nicht über 300 ℳ/ so dafs 790 000 ℳ erspart werden. Berücksichtigt man noch, dafs Speicheranlage mit selbsttätiger Fernübertragung gesteuert we kann, so entfallen für sie die Bedienungskosten, und die gesa Ersparnis bei Benutzung eines hydraulischen Speichers kann zu 1 Million ℳ/Jahr angesetzt werden. Der Vortragende kam zu Ergebnis, dafs alles versucht werden müsse, die Wasserkräfte Deckung der Spitzen auszunutzen. Erst wenn dies nicht mög sei, können auch andere Mittel in Erwägung gezogen werden.

Przygode, Regierungsbaumeister a. D.

Buchbesprechungen.

Beiträge zum Abnutzungs-Problem mit besonderer Berücksichtigung der Abnutzung von Zahnrädern. Von Dr. Ing. Werner Bondi. DIN A 5. VI/138 Seiten mit 105 Abbildungen und 16 Tabellen. Preis broschiert RM. 4,50, für VDI-Mitglieder RM. 4,—. 1927. (VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7).

Das Buch behandelt die gegenwärtig in steigendem Mafse beachtete Frage der Abnutzung bei gleitender und rollender Reibung von Maschinenteilen, insbesondere Zahnrädern. Im ersten Teil werden die Bewegungs- und Abnutzungsverhältnisse an Evolventenzahnflanken untersucht und damit Arbeiten von Lasche und Büchner fortgesetzt. Der zweite Teil behandelt allgemein den Abnutzungsvorgang, wie er bei dem häufigen Fall gleichzeitiger gleitender und rollender Reibung vorliegt. Nach Erörterung der heutigen Vorstellung von Gleit- und Rollreibung werden die verschiedenen Arten der Abnutzung eingehend besprochen und analysiert. Der ditte Teil ist eine Besprechung von Verschleifsversuchen, die vom Verfasser auf einer eigens konstruierten Prüfmaschine mit Gufseisenrollen durchgeführt worden sind und die den doppelten Zweck hatten, einerseits allgemein die Abhängigkeit der Abnutzung von mechanischen Gröfsen wie Druck, Gleitgeschwindigkeit, Rollgeschwindigkeit, Krümmung der Oberfläche usw. festzustellen und anderseits den Verschleifs unter Verhältnissen, wie sie bei Zahnflanken vorliegen, zu untersuchen.

Das ganze Buch ist ein wertvoller Beitrag zu dem neuen und noch wenig behandelten Zweig der Werkstoffkunde, der sich mit der Abnutzungsfestigkeit befafst, und gleichzeitig zur Verzahnungstheorie, in welcher der Verschleifs bisher immer nur rein theoretisch und ohne Berücksichtigung von Versuchsergebnissen behandelt worden war.

Die Herstellung der Blattfedern von J. H. Sanders. Deutsche Übersetzung von A. Cecerle. Verlag von Julius Springer 1927.

Das Buch behandelt die Blattfedern für Eisenbahnfahrzeuge und für Kraft- und sonstige Landfahrzeuge, es berücksichtigt in jedem seiner Abschnitte die in England, sowie die auf dem europäischen Festland und in Amerika bestehenden Verhältnisse. Als anregend und wertvoll wird der Umstand empfunden, dafs der Verfasser den ganzen Stoff abwägend prüft und seine eigene Beurteil durch theoretische und praktische Erörterungen begründet.

In den ersten Abschnitten werden wichtige Analysen Kohlenstoff- und von legierten Stählen geboten, die Walzverfal und die Walzquerschnitte gekennzeichnet und die Federbaua mit ihren Einzelheiten besprochen. In acht Abschnitten wird gesamte Herstellungsgang der Federblätter selbst entwickelt. Betriebsvorgänge und die Betriebsmittel sind aufgezeigt für Zurichten von Hand bis zur Massenherstellung durch Maschi wie sie in Amerika ohne Rücksicht auf die Anlagekosten ge werden können. Im besonderen ist die Wärmebehandlung sorgf dargestellt, wobei die wissenschaftliche Auswertung des Kleingef und die Prüfeinrichtungen entsprechend behandelt sind. Die let Abschnitte beschreiben die Bundformen, die Herstellung der Bu und das Fertigstellen der Federn durch Anlegen des Bundes.

Das Buch ist zweifellos von Wert für jeden Betriebsmann Reichsbahnwerkstätten, der mit der Instandhaltung der Tragfe befafst ist, denn auch die Instandhaltung wird im wesentlichen n den Grundsätzen der Neuherstellung erfolgen müssen.

Bei der Übersetzung hätten sicher auch „Standard", „un hung", „cantilever" durch bezeichnende deutsche Wörter ers werden können.

Konra

Artur Fürst: Die hundertjährige Eisenbahn. Deutsche Bu gemeinschaft, Berlin SW 61, Teltower Strafse 29.

Artur Fürst, der vor einiger Zeit verstorbene populäre steller technischer Gegenstände, hat die schwierigsten Problem einer Form erörtert, die jeden anspricht, und an die Stelle l wierigen Studiums eine sehr unterhaltsame Lektüre setzt. In die Buch behandelt Fürst das Werden eines der gröfsten Kulturträ der Eisenbahn, und schildert dieses mächtige und staunenerrege Gebilde von seiner Wiege über die umstrittenen Anfänge hi bis zur glanzvollen unumstrittenen Herrscherrolle der Gegenw Auch dem Fachmann wird es ein Genufs sein, das in plastischer vielfach launischer Art gehaltene und mit vielen Bildern geschmüc in eleganter äufserer Form sich präsentierende Buch in Mufsestun zur Hand zu nehmen.

Ue.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
riftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 30. Oktober 1927 Heft 20

Bau eines Eisenbahndammes durch das Wattenmeer vom Festland nach der Insel Sylt.

(Bahnlinie Niebüll—Westerland.)

Von Direktor bei der Reichsbahn Kümmel und Regierungsbaurat Dr. Pfeiffer.

Am 1. Juni wurde die neuerbaute, auf 11 km Länge h das Wattenmeer der Schleswigschen Westküste führende linie Niebüll—Westerland in Gegenwart des Herrn Reichs- denten von Hindenburg in feierlicher Weise dem Ver- übergeben. Der Wattenmeerdamm erhielt bei dieser genheit von dem Herrn Generaldirektor der Deutschen nsbahngesellschaft Dr. Dorpmüller den Namen »Hinden- damm«.

Ähnliche Bauten sind, soweit bekannt, in dem Umfang des enburgdamms noch nicht ausgeführt.

Eine gewisse Ähnlichkeit ist mit dem von der Küste Nord- nd zur Insel Wieringen ausgeführten Damm festzustellen, 2,5 km lang ist, eine Eisenbahn sowie Fahrstrafse trägt einen Teil des allerdings weit gröfseren in der Ausführung ffenen Planes zur Abdämmung der Zuider See bildet.

Es besteht ferner ein Plan zur Verbindung der Insel Ceylon Indien einen 21 km langen durch eine flache Seestrecke nden festen Eisenbahndamm zu bauen. Auch dieser geplante m wird später dem Hindenburgdamm ähnlich sehen, wenn die im Entwurf vorgesehenen Querschnittsabmessungen nur inen zu erwartenden geringen Wellenangriff schliefsen lassen.

Über die Bedeutung des neuen Eisenbahnweges nach Insel Sylt für den Verkehr mag auf die Ausführungen in Zeitschrift des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 21 vom 26. Mai 1927 verwiesen werden. Der eingenartigen ührung des Hindenburgdammes werden Fachkreise einiges esse entgegenbringen.

Zum besseren Verständnis mögen zunächst einige Angaben das Wattenmeer selbst folgen.

Das Wattenmeer der Schleswigschen Westküste ist durch ung alten Festlandsbodens unter den Spiegel der Nord- ntstanden. Die höher gelegenen Teile des Landes blieben eestrücken des Festlandes bzw. als Insel zurück. So wurde Sylt, das bis nach den Eiszeiten mit dem Festlande in indung stand, zu einer Insel (Lageplan Abb. 1).

Die Gezeiten der Nordsee rufen in dem Wattenmeer regel- ige Schwankungen des Wasserstandes hervor. Der normale wechsel, d. h. der Unterschied zwischen dem gewöhnlich wasser (Flut) und dem gewöhnlichen Niedrigwasser (Ebbe) gt 1,8 m.

Die von der Nordsee alle $12\,^1/_2$ Stunden im Süden bei Hörnum m Norden bei List einlaufenden Flutwellen und wieder zurück- nden Ebbewassermengen haben im Laufe der Zeit tiefe Rinnen en Untergrund eingerissen. In jeder normalen Flut strömen wa sechs Stunden 550 Millionen m³ Nordseewasser in den hen der Insel Sylt und dem Festlande liegenden Teil des enmeeres, die bei Ebbe in etwa $6\,^1/_2$ Stunden wieder zurück- en. Bei Weststürmen, bei denen der Wasserstand bis zu n über den gewöhnlichen Hochwasserstand ansteigen kann, gen die ein- und ausströmenden Wassermengen ein Mehrfaches normalen Wassermenge. Das Wattenmeer bildet dann eine nde See mit starkem Wellenschlage.

An der schmalsten, 11 km breiten Stelle des Wattenmeeres iner von der Halbinsel Nösse (Sylt) nach Osten verlaufenden treffen die von Hörnum und List einlaufenden Flutwellen nmen. Auf dieser Linie haben die Flutwellen den Untergrund nur noch in geringem Umfang anzunagen vermocht. Die bei Hörnum und List vorhandenen Seetiefen laufen in diesem Teil des Wattenmeeres zu flachen Rinnen aus. Die hier in Frage kommenden Rinnen werden Osterley, Holländer Loch, Sylter Ley und Wester Ley genannt. Immerhin flossen über diese Linie in jeder normalen Flut noch 28 Millionen m³ Wasser von Süden nach Norden.

Bei der gegebenen Gestaltung des Wattenmeeres konnte nur diese flache und schmale Stelle des Wattenmeeres für den Übergang der Bahn in Aussicht genommen werden.

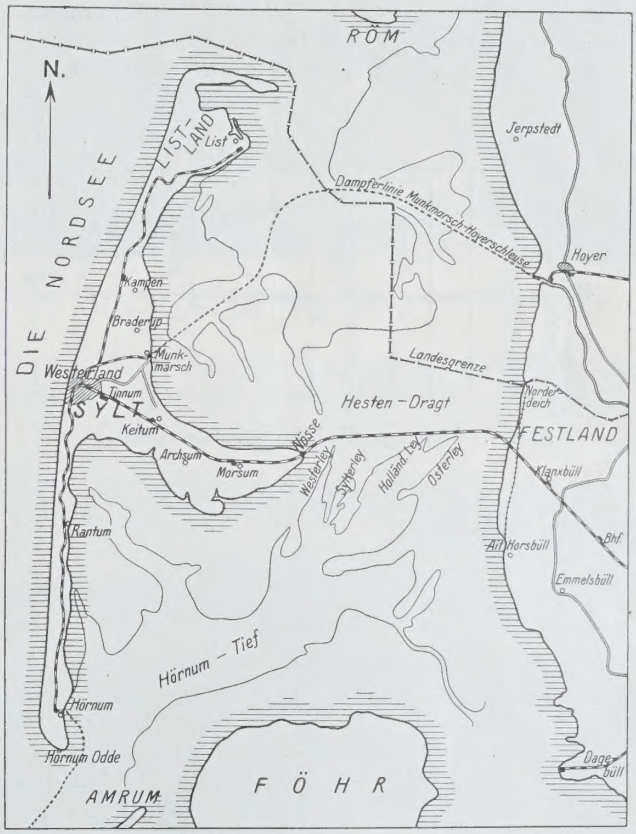


Abb. 1. Übersichtsplan. Mafsstab: 1:40000.

Bei gewöhnlich Hochwasser (Flut) sind hier Wassertiefen bis zu 3 m vorhanden, während bei Niedrigwasser (Ebbe) an den tiefsten Stellen nur eine Wassertiefe von etwa 1,0 m besteht und ein grofser Teil des Wattenmeeres trockenfällt.

Von der durch die Verhältnisse des Wattenmeeres gegebenen westöstlichen Linie geht die Bahnstrecke in südöstlicher Richtung nach dem Festlande und weiter an den Dörfern Klanxbüll und Emmelsbüll vorbei in fast gerader Richtung nach Niebüll, dem Anschlufspunkt an die sogenannte Marschbahn, die von Hamburg ausgehend nach der Westküste von Schleswig-Holstein verläuft. Vom westlichen Dammende aus schwenkt die Bahnlinie in sanftem Bogen zur Halbinsel Nösse und geht dann an den Dörfern Morsum, Keitum und Tinnum vorbei nach Westerland auf Sylt.

Der Querschnitt des Dammes (Abb. 2) im Wattenmeer ist dem eines nach beiden Seiten kehrenden Seedeiches nachgebildet. Von der Sohle beginnend ist der untere Teil der Böschungen bis zur Höhe + 3,0 NN, das ist 2,15 m über gewöhnlich Hochwasser 1 : 1,5 geneigt und mit einer 30 cm starken Basalt-

Mit dem Bau des Bahndammes durch das Wattenmeer wur im Frühjahr 1923 von der Festlandseite aus begonnen, nachd zuvor die Festlandstrecke der Bahn von Niebüll bis Klanxb fertiggestellt und bei Klanxbüll im Schutze des Seedeichs e unfangreicher Werk- und Lagerplatz angelegt war.

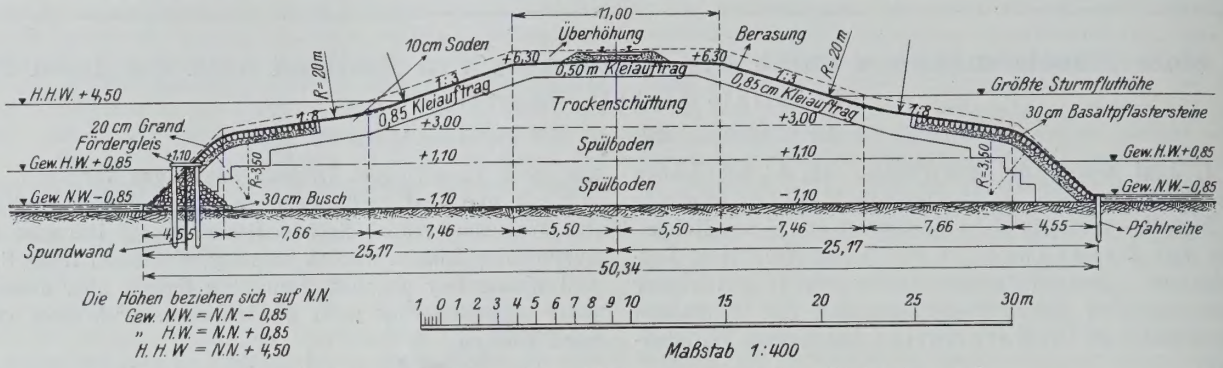


Abb. 2. Damm Festland—Sylt. Mittlerer Querschnitt. Mafsstab 1:400.

pflasterung auf 20 cm Grandunterbettung gegen Angriffe durch Wellenschlag geschützt. Bis zur Höhe + 3,78 NN erhalten die Böschungen eine Neigung 1 : 8. Diese flachen Böschungen sind je nach der Stärke des zu erwartenden Wellenangriffs in 4 bis

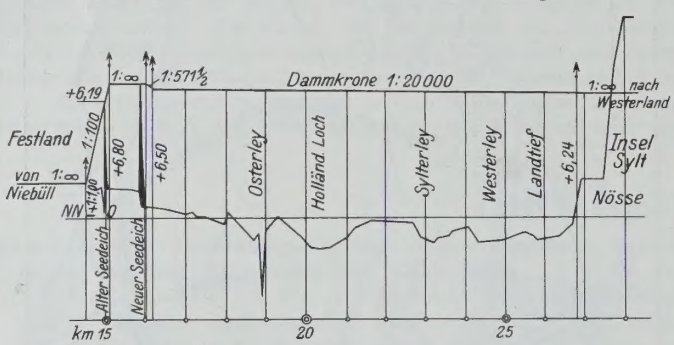


Abb. 3. Längenprofil des Wattenmeerdammes.

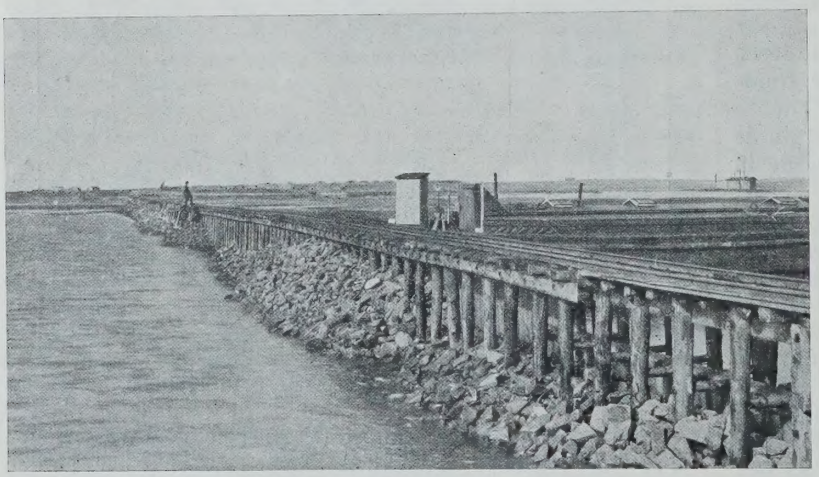


Abb. 4. Mit Steinen eingeschüttete Spundwand.

5 m Breite noch mit Basaltpflaster geschützt, das bei Sturmfluten das Aufschlagen der überkippenden Wellen aufnehmen kann. Der obere Teil des Dammes erhält 1 : 3 geneigte Böschungen, die mit Grassoden befestigt werden.

Die obere Breite des Dammes ist 11 m, die Sohlenbreite rund 50 m. Die Krone des 11 km langen Dammes (Planum) liegt an der Festlandseite + 6,30 NN, das ist 5,45 m über gewöhnlich Hochwasser, oder 2,3 m über der gröfsten Sturmfluthöhe (Längenprofil Abb. 3). Wegen der bei Nösse geringeren Höhe der Sturmfluten fällt die Krone nach Nösse zu auf + 6,24 NN ab.

Nach dem Entwurf war beabsichtigt, den erforderlich Boden mit schwimmenden Eimerbaggern aus dem Wattenme in Prähme zu baggern und mit Hilfe von Schutensaugern Rohrleitungen auf festen Gerüsten in den Dammkörper zu spül Der gespülte Boden sollte in Schichten von etwa 1,0 m H zwischen Buschdämmen festgehalten werden. Nur die äufs 1,0 m starke Umhüllung des Dammes sollte aus im Trockenbag am Festland gewonnen Kleiboden bestehen.

Bei der Ausführung stellte sich jedoch heraus, dafs Buschdämme den Wellenangriffen bei Sturm nicht gewach waren und dafs der durch die Einengung des ersten, vom Fe lande zu durchdringenden Seetiefe des sogenanten Osterle sich verstärkende Flut- und Ebbestrom sehr viel von d gespülten Boden fortnahm.

Als dann am 30. August 1923 eine heftige Sturmflut, bis 3 m über gewöhnlich Hochwasser anstieg, eintrat, und dem eingebrachten Boden grofse Mengen in wenigen Stun fortgespült wurden, mufste die bisherige Arbeitswe endgültig aufgegeben und auf neue Mittel zur zwingung des Wattenmeeres gesonnen werden.

Nach den bei dieser Sturmflut gemachten fahrungen erwies es sich auch als notwendig, die b Vorbau des Dammes vor Kopf vorhandene und s mit der Einschränkung der Durchflufsöffnung stärkende Strömung unschädlich zu machen.

Nach verschiedenen Versuchen wurde das folgenden beschriebene und in den Abb. 4 bis 7 anschaulichte Bauverfahren zur Ausführung gebra

Zunächst wurde an der Südseite des Dam vom Festlande aus eine hölzerne Spundwand geram die 0,5 m über gewöhnlich Hochwasser ragte und beiden Seiten mit Pfahlreihen abgestützt wurde.

Es wurde versucht, die Spundwand von Schu aus mit Granitsteinen einzuschütten. Da es aber den ungünstigen Wasserverhältnissen des Wattenmee an der Festlandseite nicht möglich war, auf Wasserwege die erforderlichen Steinmassen heran schaffen, wurde auf den Pfahlreihen ein Gleis von 90 cm Sp weite verlegt, von dem aus die Spundwand unter Verwend von Stahlmulden-Kippwagen von 2 m³ Inhalt beiderseitig Granitsteinen eingeschüttet wurde (Abb. 4). Zum Steintransp auf der Spundwand wurden eigens für diese Zwecke geba Lokomotiven von 30 PS mit nur 7 t Dienstgewicht verwen die bis zu 15 beladene Stahlmulden-Kippwagen von 2 m³ Gr befördern konnten.

Bei dem Durchbauen des Osterley verstärkte sich Strömung infolge Einschränkung des Durchflufsprofils so sta

vor Kopf der Spundwand Kolke bis zu 7 m Tiefe unter igwasser entstanden. An Stelle der sonst erforderlichen 6 m langen hölzernen Spundbohlen mufsten hier eiserne dbohlen bis zu 12 m Länge verwendet werden.

Wegen der starken Auskolkungen in Osterley war es im 1924 nur möglich, die Spundwand auf 3 km Länge vom ande aus vorzutreiben.

Es wurden bei diesen Arbeiten aber genügende Erfahrungen nmelt, um den Bau der Spundwand im Jahre 1925 auch der Inselseite aus beginnen zu können. Wenn beim Weiterder Spundwand die Strömung vor Kopf so stark e, dafs Anskolkungen des Wattbodens ähnlich bei dem Osterley zu entstehen drohten, wurden er Spundwand Wehröffnungen offen gelassen, n welche die Flut- und Ebbeströmungen nach erung der Wattsohle durch eine bis auf Niedrigr geschlagene Spundwand und durch starke schüttungen unschädlich hindurch gelassen wurde. Wehröffnungen erhielten je nach der Stärke der nung 50 bis 200 m Länge. Durch dieses Ver- n gelang es, die von beiden Dammenden nach Mitte zu gerammten Spundwände schnell vorwärts reiben, ohne dafs gefährliche Auskolkungen anden.

Am 15. September 1925 wurden die vom Fest- und von der Insel vorgetriebenen Spundwände nmengeschlossen. Es waren in sechs Monaten m Spundwand gerammt. Als beste Tagesngen wurden auf jeder Baustelle 40 m Spund- geschlagen und verzimmert. Die Steinschüttung e dem Vorbau der Spundwand unmittelbar n, weil sonst bei Einsetzen von Sturm die sicherten Spundwandteile umgeschlagen wären.

Zur Einschüttung der Spundwand wurden 000 t Granitschüttsteine eingebracht. Nach nselseite wurden die Steine von Husum aus lem Wasserwege zu einer Landebrücke ge- t, an welcher sie mit zwei Portaldampfkränen von 2,5 t Nutzlast in Kippwagen den und mit Lokomotiven zur Spundwand ren wurden.

Nach dem Schliefsen der Spundwand wurden Wehröffnungen mit Schütztafeln geschlossen ebenfalls mit Steinen eingeschüttet.

Der mit Steinen eingeschüttete Spundwand- n bildete einen festen Wall, an dem sich die Sturm anrollenden Wellen brachen und der bei Überströmung durch Sturmfluten unnädigt blieb.

Im Schutze des Spundwanddammes wurden nteren Schichten des Dammes im Spülbetriebe bracht. Der erforderliche Boden wurde mit baggern an der Südseite des Dammes aus Watt gebaggert und zwar wurden drei immende Eimerbagger mit zusammen 1300 m³ stündlicher ungsfähigkeit angesetzt, die den Boden in Spülprähme erten. Diese wurden mit Schleppdampfern zu zwei an n Gerüsten liegenden Spülern (Schutensaugern) mit chinen von je 1800 PS geschleppt, welche den Boden unter tz der drei bis fünffachen Menge Wasser aus den Schuten n und mittels Rohrleitungen von 650 mm Durchmesser in Dammkörper spülten (Abb. 5 schematisch).

Je nach der Korngröfse des zu spülenden Materials und ach dem Prozentsatz an festem Kleiboden dauerte die Entng einer Schute von 300 m³ Inhalt 10 bis 30 Minuten. Boden wurde im allgemeinen bis zu 1200 m Länge gespült. einer Stelle, wo sich neben dem Damm sehr feinkörniger befand, der für den Dammkörper nicht geeignet war, wurde der Boden von einem Spüler zu dem 1000 m entfernt liegenden zweiten Spüler geleitet und von diesem weitere 1000 m gedrückt, so dafs die Gesamtspüllänge 2000 m betrug.

Neben den drei grofsen Baggern wurden drei kleinere Eimerbagger mit zusammen 320 m³ stündlicher Leistungsfähigkeit verwendet, die den Baggerboden in eine in die Schiffskörper eingebaute Spülpumpe schütteten, welche den Boden unter Zusatz von Wasser mittels schwimmender Rohrleitungen in den Dammkörper drückten. Die Spüllänge dieser Bagger betrug 500 bis 600 m.

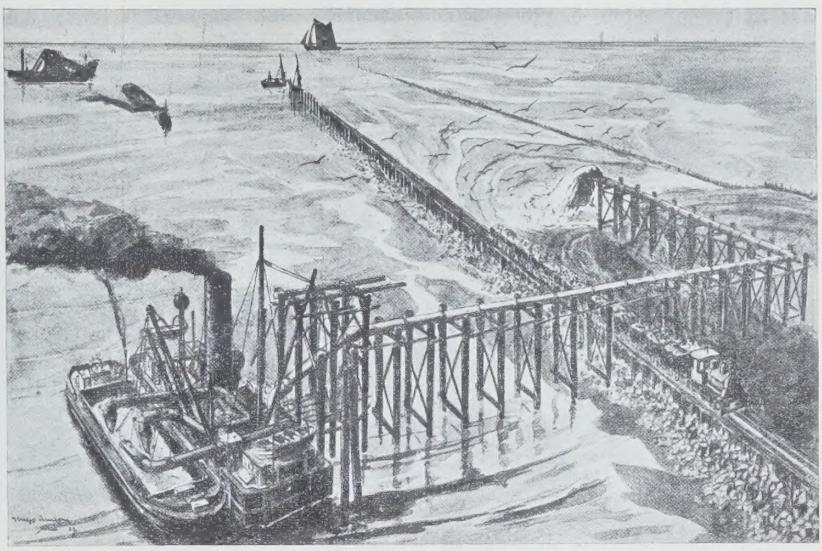


Abb. 5. Bagger und Spüler im Betrieb. (Schematische Darstellung.)

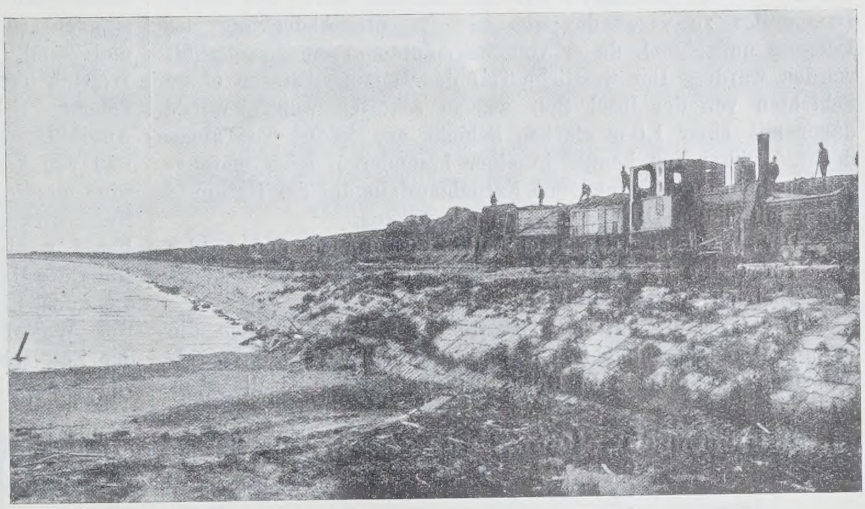


Abb. 6. Aufbringen des Trockenbodens.

Der gespülte Boden wurde an der Südseite des Dammes durch den Spundwanddamm, an der Nordseite durch treppenförmig angeordnete 1,0 m hohe Buschdämme festgehalten.

Die Bagger waren in Tag- und Nachtschichten tätig. Als beste Leistungen wurden mit den Nafsbaggern in zwei elfstündigen Schichten 20000 bis 22000 m³ Boden feste Masse in den Dammkörper gefördert. Ende Juli 1926 waren die Spülarbeiten, die von beiden Dammenden begonnen und nach der Mitte des Dammes zu vorgetrieben wurden, beendet und der Damm bis zu 2,0 m über gewöhnlich Hochwasser aufgehöht.

Die oberen Schichten des Dammes wurden aus Boden geschüttet, der mit Trockenbaggern auf dem Vorlande der Festlandsküste und auf der Insel gelöst und mit Kippwagen in den Damm gefördert wurde (Abb. 6).

An der Festlandseite waren zwei Lübecker B-Bagger und ein O-Bagger angesetzt, die nördlich des Dammes aus dem Vorlande an der dänischen Grenze im Schutz von Kajedeichen, die etwa 1,5 m über gewöhnlich Hochwasser reichten, Kleiboden entnahmen. Von den Entnahmestellen führte ein zweigleisiger Transportdamm bis zu dem Dammanfang. Für die Bodenförderung wurden Selbstkipper von 4 m^3 Inhalt verwendet. Der Kleiboden der ein gutes Deichbaumaterial darstellt, wurde auch für die Abdeckung der östlichen Dammstrecke verwendet.

Auf der Inselseite arbeiteten zwei Löffelbagger mit Löffeln von je 2 m^3 Inhalt, die aus dem Bahneinschnitt bei Morsum auf Sylt Sandboden baggerten, der ebenfalls mit Kippwagen

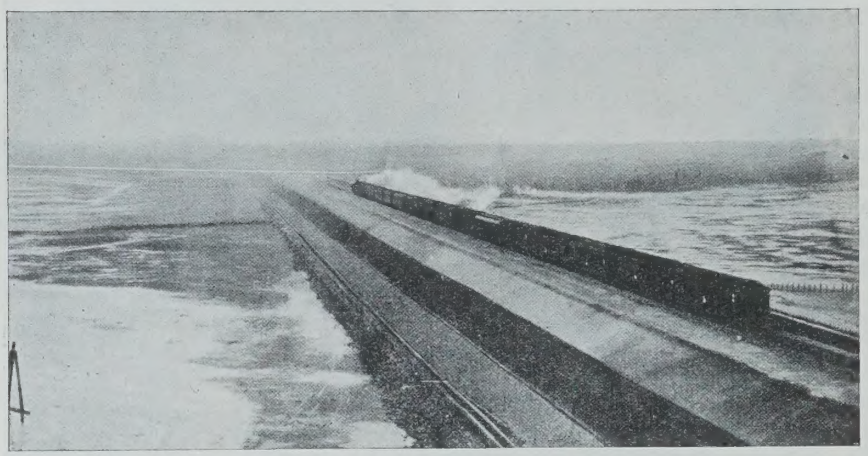


Abb. 7. Fertiger Damm mit dem Eröffnungszug.

von 4 m^3 Inhalt in den westlichen Teil des Dammes gefahren wurde. Dieser Sandboden war nur für den Kern des oberen Dammteiles zu verwenden; er war für die Abdeckung des Dammes ungeeignet, da er von Sturmfluten auseinandergespült werden würde. Der westliche Teil des Dammes, dessen obere Schichten von der Insel Sylt aus zu schütten waren, wurde daher mit einer 1,0 m starken Schicht aus festem Ton abgedeckt. Dieser Ton konnte in einer besonderen, nach umfangreichen Bohrungen gefundenen Entnahmestelle auf der Halbinsel Nösse mit einem O-Bagger gewonnen werden.

Der Wattenmeerdamm enthält 3200000 m^3 Boden, der etwa zur Hälfte im Naßbaggerbetrieb, zur Hälfte im Trockenbaggerbetrieb eingebracht wurde.

Der Trockenschüttung unmittelbar folgend, wurden die unteren Dammböschungen mit Basaltsäulenpflaster auf Grandunterlage von 3 bis 9 cm Korngröße befestigt. Basaltsäulenpflaster wurde wegen seines besonders hohen spezifischen Gewic und wegen seiner gleichmäßig sechskantigen Form gewä Hiervon wurden ungefähr 200000 m^2 verwendet.

Die Abb. 7 gibt ein Schaubild des fertigen Dammes dem Eröffnungszuge.

Der Bau des Spunddammes, der Buschdämme, die A führung der Naßbagger- und Spülarbeiten wurden im Eig betrieb ausgeführt. Das Wagnis war bei diesen Arbeiten einen Unternehmer zu groß. Die Trockenbaggerarbeiten wa an Unternehmer vergeben.

Wie eingehende Untersuchungen der Wasserverhältni des Wattenmeeres ergaben, ist es möglich, daß in den Festlande entstehenden Buchten, gegenüber d Zustand vor dem Bau infolge der Durchdämm eine Erhöhung in den Auflaufen der Sturmflu eintritt. Daher mußten zur Begegnung ei Überflutungsgefahr die Festlandsdeiche erh werden.

Da aber an der Kreuzung des Dammes Festlandsseedeich ein deichfreies Vorland v handen war, erschien es zweckmäßig, vor d alten Seedeich einen neuen stärkeren und höhe Seedeich zu bauen, durch den gleichzeitig 270 fruchtbares Marschland dem Meere abgewon wurden.

Die alten Seedeiche wurden von den Anschl punkten des neuen Deiches aus nach Süden rund 6,5 km, nach Norden auf rund 3 km erh und verstärkt.

Die Kosten des Dammes haben r 18500000 RM. betragen das sind rund 1700 für 1 lfd. m Damm ausschließlich des Oberba

Durch den Wattenmeerdamm, der für den Verkehr Reichsbahn gebaut ist, sind am Festlande ruhige Buchten e standen, in denen der von der Nordsee mitgeführte Schl und Sand, der früher wegen der vorhandenen Strömun größten Teils wieder fortgeschwemmt wurde, zur Ablager kommt. Schon während der Bauzeit machte sich die sta Anschlickung an der Festlandsküste bemerkbar. Durch Bau von Lahnungen und die Ausführung von Begrüppelun wird die Anschlickung künstlich gefördert. Als erwünsc Nebenwirkung des Dammes ist daher zu erwarten, daß Laufe weniger Jahrzehnte vom Festlande ausgehend in Nähe des Dammes umfangreiche Flächen von Neuland entsteh die nach Eindeichung fruchtbares Marschland bilden werd Der Wattenmeerdamm wird daher voraussichtlich im La der Zeit seine Eigenschaft als Seedamm verlieren und spä von grünem Land umgeben sein.

Schienenschweißung auf der freien Strecke und Knickfestigkeit der Eisenbahngleise.

Von Reichsbahnoberrat **A. Wöhrl**, Nürnberg.

Im Heft 1 und 2 dieses Jahrganges habe ich die notwendigen experimentellen Grundlagen der Schienenschweißung auf der freien Strecke festzulegen versucht und angegeben, was an experimenteller Kenntnis bis heute erworben ist und was erst durch weitere Versuche geklärt werden muß.

Im nachfolgenden soll im Zusammenhang damit auf eine theoretische Untersuchung der Knickfestigkeit der Schienen (Verwerfungen), durch die bekanntlich die Schienenschweißung der freien Strecke entscheidend beeinflußt wird, hingewiesen werden, die Professor G. H. De Vries Broekmann der technischen Hochschule Delft (Holland) in einer schon im Jahre 1913 erschienenen Broschüre »Knikvastheid van het spoor« (Verlag: Technische Buchhandel und Druckerei J. Waltmann jr., Delft) bzw. in einem im Jahre 1917 gehaltenen Vortrage vor dem holländischen Eisenbahningenieur-Institut entwickelt hat.

Der verdienstvolle Verfasser hat mich in dankenswer Weise hierauf aufmerksam gemacht und seine Zustimmung auszugsweisen Veröffentlichung seiner Untersuchungen erte

Diese theoretische Erkenntnis der Gleisverwerfung wird zusammen mit den von mir angeregten Versuch über den Widerstand, den die neuzeitlichen Gleise einer s lichen Verschiebung entgegensetzen, einen wertvollen Fo schritt in der Beurteilung und Berechnung der Knickfest keit von Langschienen bringen und weitere Schlüsse erm lichen, inwieweit durch Wärmeausdehnung und dynamis seitliche Kräfte die geschweißte freie Strecke gefährl werden kann.

Professor Broekmann führte in seinem Vortrage gefähr folgendes aus:

Bekanntlich kann bei warmer Witterung in den Schie eine so große Druckkraft entstehen, daß die Schienen knic

samt den Schwellen ausweichen*). Die Gleise nehmen i eine geschlängelte oder gewölbte Form an, wobei die te Abweichung von der normalen Lage ungefähr 15 bis n beträgt.

Die durch das Fahren des Zuges verursachte Erschütterung die umittelbare Veranlassung sein. Das Knicken der nen erfolgt im allgemeinen vor oder hinter dem Zuge. Unter dem Zug erscheint es, besonders bei kurzen Rad- en, beinahe ausgeschlossen. Infolge der Reibung, die das cht des Zuges erzeugt, ist der Widerstand gegen seitliche eichung viel gröfser als bei unbelasteten Schienen.

Zu bemerken ist, dafs das Ausknicken in Gleiskurven**) vorkommt als in geraden Strecken.

Bevor die Frage über die Knickfestigkeit der Schienen ndelt und eine Berechnung darüber aufgestellt wurde, e davon ausgegangen werden, dafs der Bettungswiderstand elastisch anzunehmen ist und zwar verhältnisgleich zur nickung.

Es erscheint zweifelhaft, ob diese Grundlage brauchbar nd ob es nicht besser ist, durch genügend widerstands- e Kräfte Ausknickungen vorzubeugen.

Das Ausknicken kann geschehen seitwärts in wagrechter aufwärts in senkrechter Richtung***).

Die Kräfte, die das seitliche Ausknicken des Gleises ver- n sind:

Der Widerstand der gegen den Kopf der Schwelle an- elsenden Bettung und die Reibung längs der Lagerfläche der Seitenflächen der Schwelle.

Die seitliche Verbindung zwischen den einander gegen- liegenden Schienenstäben ist nicht von der Art, dafs ein Zusammenwirken gerechnet werden könnte.

Zur Vereinfachung wird angenommen, dafs die örtlich enden Widerstände gleichmäfsig längs des Stabes ver- sind.

Knickfestigkeit in wagrechter Richtung.

Man nehme an, dafs ein ursprünglich gerader homogener (wie Abb. 1 zeigt) im Gleichgewicht ist unter der Wirkung

1. zweier gleichgrofser Kräfte P, angreifend in den Endpunkten und gegeneinander wirkend in der Richtung des ursprünglichen Stabes;
2. gleichmäfsig verteilter Kräfte q auf die Längeneinheit, die gegen den Stab an der Seite, nach der die Ausknickung erfolgt, drücken;
3. zweier Gegenkräfte $Q = {}^1/_2\ q\ l$ angreifend in den Endpunkten des Stabes und senkrecht gerichtet zum ursprünglichen Stab und entgegengesetzt den Kräften q.

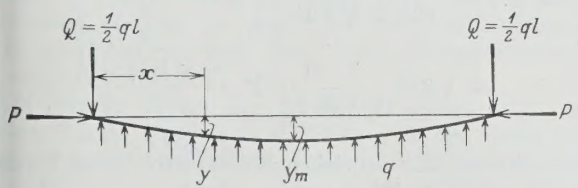


Abb. 1.

Mit den in Abb. 1 angegebenen Bezeichnungen und wenn Elastizitätsziffer, J_v = Trägheitsmoment des Stabes, ist die rentialgleichung der elastischen Linie:

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{P}{EJ_v} \cdot y = -\frac{1}{2}\frac{q}{EJ_v} \cdot x^2 + \frac{1}{2}\frac{q}{EJ_v} \cdot l \cdot x \quad \ldots\ 1)$$

woraus für $x = 0$ wird $y = 0$

und für $x = \frac{l}{2}$ $\quad \frac{dy}{dx} = 0$

hieraus folgt:

$$y = -\frac{EJ_v q}{P^2}\left\{\frac{\sin\frac{l}{2}\sqrt{\frac{P}{EJ_v}}}{\cos\frac{l}{2}\sqrt{\frac{P}{EJ_v}}}\sin x\sqrt{\frac{P}{EJ_v}} + \cos x\sqrt{\frac{P}{EJ_v}} - 1\right\} - \frac{q}{2P}x^2 + \frac{q}{2P}lx \quad \ldots\ 2)$$

für $x = \frac{l}{2}$ findet man das Maximum y_m in Stabmitte

$$y_m = \frac{q}{P}\left[\frac{l^2}{8} - \frac{EJ_v}{P}\left(\frac{1}{\cos\frac{l}{2}\sqrt{\frac{P}{EJ_v}}} - 1\right)\right] \quad \ldots\ 3)$$

oder für q die Beziehung:

$$q = \frac{P}{\frac{l^2}{8} - \frac{EJ_v}{P}\left(\frac{1}{\cos\frac{l}{2}\sqrt{\frac{P}{EJ_v}}} - 1\right)} \cdot y_m \quad \ldots\ 4)$$

Aus Formel 4) folgt, dafs $q = 0$ ist

für $\frac{l}{2}\sqrt{\frac{P}{EJ_v}} = \frac{\pi}{2}$ oder für $P = \pi^2\frac{EJ_v}{l^2}$.

In Übereinstimmung mit der Formel von Euler ist erst dann eine seitliche Stütze nötig, wenn die Kräfte P gröfser werden als $\pi^2\frac{EJ_v}{l^2}$.

Für gleiche Werte P sind dann unendlich viele Gleichgewichtszustände möglich. Der Wert, den q in jedem besonderen Fall haben mufs, ist verhältnisgleich zur Ausknickung. Wenn ein bestimmter Wert y'_m für y_m angenommen wird, ist aus Gleichung 4 unmittelbar die dazu gehörige Gröfse q' für q zu finden. Der auf diese Weise gefundene Wert q' ist gröfser als die benötigte seitliche Stützenkraft bei einem Wert von y_m, der kleiner ist wie y'_m. Wenn die zur Verfügung stehende seitliche Stützenkraft q' beträgt, ist Gleichgewicht vorhanden, solange die Abweichung in der Mitte kleiner ist als y'_m. Der Stab knickt durch bei einer Ausweichung, welche gröfser ist als y'_m.

Zwischen den benötigten Grenzen kann mit genügender Sicherheit Formel 4 durch folgende ersetzt werden 5):

$$q = \frac{\pi^3}{4l^2}\left(P - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)y_m \quad \ldots\ 5)$$

Zum Vergleich diene die folgende Berechnung der Werte q:

	nach Formel 4)	nach Formel 5)
für $P = \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$	$q = 0$	$q = 0$
für $P = 3\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$	$q = 151{,}2\frac{EJ_v}{l^4}y_m$	$q = 153{,}0\frac{EJ_v}{l^4}y_m$
für $P = 4\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$	$q = 224{,}7\frac{EJ_v}{l^4}y_m$	$q = 229{,}5\frac{EJ_v}{l^4}y_m$
für $P = 6{,}33\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$	$q = 380{,}4\frac{EJ_v}{l^4}y_m$	$q = 407{,}0\frac{EJ_v}{l^4}y_m$

Die Druckkraft in dem Schienenstab entsteht durch Temperaturerhöhung und es ist nun zu untersuchen:

*) Erfahrungsgemäfs erstrecken sich solche ∾ förmige Verngen auf Längen von 50 bis 60 m, die seitliche Ausweichung Welle schwankt zwischen 10 bis 100 cm (siehe auch Dr. Ing. Blofs „Oberbau und Gleisverbindungen“ Verlag Jul. nger, 1927).

**) Auch in diesen Fällen kann eine ∾ förmige Linie entstehen.

***) Die Berechnungen und Ausführungen Broekmanns über nickung in senkrechter Richtung werden im folgenden unbeichtigt gelassen, da sie erst in zweiter Linie für Eisenbahn- interessieren.

Ein Stab (Länge $= l$, Querschnitt $= F$), welcher an den Enden durch feste seitliche Stützpunkte gehalten wird und in dem eine Druckkraft durch Temperaturerhöhung wirkt. Die Druckkraft, welche in dem Stab vorhanden ist, wenn dieser in richtiger Lage ist, wird P_r genannt.

Gibt man dem Stab in der Mitte eine Ausknickung, so dafs er wie aus Abb. 1 ersichtlich, die Form einer halben Welle annimmt, dann geht mit einer kleinen Abweichung y_m in der Mitte eine Verlängerung δl des Stabes vor sich, für die angenähert gesetzt werden kann $\delta l = \frac{8}{3}\frac{1}{l} y_m^2$ bzw. die Druckkraft vermindert sich: $EF\frac{\delta l}{l} = \frac{8}{3}\frac{EF}{l^2} y^2_m$.

Bei einer Abweichung y_m beträgt also die Druckkraft in dem Stab:

$$P = P_r - \frac{8}{3}\frac{EF}{l^2} y^2_m \quad \ldots\ldots\ldots 6)$$

und ist nach Formel 5) die seitliche Stütze, die nötig ist, um den Stab im Gleichgewicht zu halten:

$$q = \frac{\pi^3}{4l^2}\left(P - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right) y_m = \frac{\pi^3}{4l^2}\left[\left(P_r - \frac{8}{3}\frac{EF}{l^2} y^2_m\right) - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right] y_m =$$
$$\frac{\pi^3}{4l^2}\left[\left(P_r - \pi\frac{EJ_v}{l^2}\right) y_m - \frac{8}{3}\frac{EF}{l^2} y^3_m\right] \quad \ldots\ldots 7)$$

diese Formel ergibt $q = 0$ für $y_m = 0$

und für $P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} = \frac{8}{3}\frac{EF}{l^2} y^2_m$

oder $y_m = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}} l \sqrt{\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)}$.

Zwischen diesen beiden Werten von y_m wird q ein Maximum für $\frac{dq}{dy_m} = 0$ oder für

$$y_m\,(q_{max}) = \frac{1}{2\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}} l \sqrt{\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)}.$$

Setzt man in den Formeln 6) und 7) für y_m das vorstehende $y_m\,(q_{max})$ ein, so ergibt sich für die Druckkraft

$$P = \frac{2}{3} P_r + \frac{1}{3}\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} \quad \ldots\ldots\ldots 9)$$

und für den Gröfstwert von q:

$$q(l) = \frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{l}\cdot\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l_2}\right)^{3/2} = \int(P_r l) \ldots 10)$$

Dieser Höchstwert dient als Grundlage für die Berechnung der Stützenkraft, die nötig ist, um Knicke in horizontaler Richtung entlang einer halben Welle von der Länge l zu verhindern. Sollte durch einen Zufall (im Betriebe z. B. durch einen Stofs der Lokomotive) eine seitliche Ausweichung entstehen, so ist im allgemeinen die nach Formel 10) sich ergebende seitliche Stützenkraft mehr als genügend.

Die Formel ergibt nur für den Fall, dafs in der Mitte des Stabes künstlich eine Ausweichung $y_m\,(q_{max})$ gegeben wird, die eben nötige seitliche Stützenkraft.

Solange die durch Temperaturerhöhung verursachte Druckspannung nicht mehr beträgt als $P_r = \frac{\pi^2 EJ}{l_2}$, ist keine seitliche Stütze nötig. Setzt man bei weiterer Zunahme der Temperatur und damit von P_r für q den Wert nach Formel 10)

$$q(l) = \frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{l}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)^{3/2} =$$
$$= 1{,}827\,\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{l}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)^{3/2},$$

dann ist für jede Ausknickung, bei welcher der Stab die Form einer halben Welle mit der Länge l annehmen würde, die seitliche Stütze genügend.

Wenn die Druckkraft den Wert $P_r = \frac{4\pi^2 EJ_v}{l^2}$ üb
schreitet, entsprechend der Kraft, welche einen nicht seitl
gestützten Stab von einer Länge $\frac{l}{2}$ knickt, so wird ein Glei
gewichtszustand möglich, bei dem der Stab die Form von z
halben Wellen, jede halbe Welle mit einer Länge $\frac{l}{2}$, annehn
würde.

Die seitliche Stütze, die bei dieser Art der Ausknicku
erforderlich wird, ist:

$$q\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\frac{l}{2}}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}\right)^{3/2} =$$
$$= 1{,}827\,\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\frac{l}{2}}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}\right)^{3/2} \quad \ldots\ldots$$

Zur Berechnung der benötigten seitlichen Stützen w
diese letzte Beziehung 11) an Stelle von Formel 10) tre
sobald

$$\frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{l}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)^{3/2} =$$
$$= \frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\frac{l}{2}}\left(P_r = \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}\right)^{3/2}$$

oder sobald

$$P_r = \frac{4\sqrt[3]{2^2} - 1}{\sqrt[3]{2^2} - 1}\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} = 9{,}11\,\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$$

unter Berücksichtigung dafs P_r, q nach Formal 11) stär
zunimmt als nach Formel 10).

Wenn die Druckkraft P_r den Wert $P_r = \frac{9\pi^2 EJ_v}{l^2}$ ü
schreitet, übereinstimmend mit der Kraft, welche einen seit
nicht gestützten Stab von einer Länge $\frac{l}{3}$ knickt, wird ein Gle
gewichtszustand möglich, wobei der Stab eine Form von
halben Wellen, jede halbe Welle mit einer Länge vo
annehmen würde.

Die seitliche Stütze die bei dieser Form der Ausknick
erforderlich wird, ist:

$$q\left(\frac{l}{3}\right) = \frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\frac{l}{3}}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{3}\right)^2}\right)^{3/2} =$$
$$= 1{,}827\,\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{l}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{3}\right)^2}\right)^{3/2} \quad \ldots\ldots$$

zur Berechnung der seitlichen Stütze wird diese Formel
an Stelle vor Formel 11) treten, sobald

$$\frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\frac{l}{2}}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}\right)^{3/2} =$$
$$= \frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\frac{l}{3}}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{3}\right)^2}\right)^{3/2}$$

oder sobald

$$P_r = \frac{9\sqrt[3]{3^2} - 4\sqrt[3]{2^2}}{\sqrt[3]{3^2} - \sqrt[3]{2^2}}\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} = 25{,}11\,\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}.$$

In gleicher Weise ist für gröfsere Werte von P_r die
forderliche seitliche Stütze zu bestimmen.

Zusammenfassend ergibt sich:

1 0 bis $\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$ $\quad q = 0$

1 $\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$ bis $9{,}11\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$

$$q(l) = 1{,}827\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ \frac{1}{l}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)^{3/2}$$

1 $9{,}11\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$ bis $25{,}11\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$

$$q\left(\frac{l}{2}\right) = 1{,}827\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ \frac{1}{\frac{l}{2}}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}\right)^{3/2}$$

$25{,}11\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$ bis $49{,}11\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$

$$q\left(\frac{l}{3}\right) = 1{,}827\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ \frac{1}{\frac{l}{3}}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{3}\right)^2}\right)^{3/2}$$

angenähert für:

$n\left(4n^2 - 4n + \frac{10}{9}\right)\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$ bis $\left(4n^2 + 4n + \frac{10}{9}\right)\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$

$$q\left(\frac{l}{n}\right) = 1{,}827\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ \frac{1}{l}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{\left(\frac{l}{n}\right)^2}\right)^{3/2}$$

n = Anzahl der halben Wellenlängen.

Die Grenze, bis zu welcher die Annäherungsformel 5) hbar ist, ist äufserst für den Fall, dafs der Stab Neigung die Form einer halben Welle anzunehmen.

Man nehme, um die Brauchbarkeit der Annäherungsformel 5) stellen, $P_r = 9\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$ an.

Hiermit stimmt überein (siehe Formel 9):

$$\frac{2}{3}P_r + \frac{1}{3}\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} = \frac{2}{3}\cdot 9\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} + \frac{1}{3}\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} = \frac{19}{3}\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} = 6{,}33\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2},$$

nach Seite 385 die Werte, die man mit der Näherungs-l 5) für q findet, $\frac{407 - 380}{380}$ oder etwa 7 % gröfser sind, ie welche die ursprüngliche Formel 4) liefert.

Selbst für diesen ungünstigsten Fall kann die Genauigkeit Formel 5) für die Praxis als genügend erachtet werden.

Zum Schlufs ist an Stelle eines Stabes von beschränkter e die benötigte Stütze für einen Stab von der Länge L estimmen, welcher ins unendliche durch feste Stützpunkte tzt wird und in dem eine durch Temperaturerhöhung sachte Druckkraft P_r wirkt.

Auf gleiche Weise wie früher bei einem Stab von benkter Länge stelle man sich vor, dafs bei einem kleinen chsen der Druckkraft die Länge einer halben Welle über- von $\frac{L}{n} = l$ auf $\frac{L}{n+1} = l + \Delta l$ (worin dann Δl negativ ist).

Bei der Länge l der halben Welle ist nach 10) für eine bige Druckkraft P_r eine seitliche Stütze nötig:

$$q(l) = \frac{\pi^3}{12\sqrt{2}}\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ \frac{1}{l}\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)^{3/2} = \int(P_r, l),$$

end bei der Länge $l + \Delta l$ der halben Welle für eine bige Druckkraft P_r eine seitliche Stütze nötig ist:

$$q(l + \Delta l) = \int(P_r, l + \Delta l).$$

Ist q_l die Ordinate und P_r die Abszisse des Schnittpunktes durch die beiden letzten Gleichungen dargestellten Linien, ist q_l die seitliche Stütze, welche bei einer Druckkraft und eine Länge l für die halbe Welle nötig ist.

Durch Elimination von l

$$q_{(l)} = \int(P_r, l)$$

und $\frac{d\int(Pr, l)}{dl} = 0$ oder $P_r = \frac{4\pi^2}{l^2} EJ_v$ oder $l = 2\pi\ \frac{\sqrt{EJ_v}}{P_r}$ . . 13)

findet man also die gesuchte Beziehung zwischen der Druckkraft P_r und den benötigten seitlichen Stützen q:

$$q = \frac{\pi^2 \cdot 3^{3/2}}{192\sqrt{2}}\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ \frac{1}{\sqrt{EJ_v}}\ P_r^2 = 0{,}189\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ \frac{1}{\sqrt{EJ_v}}\ P_r^2 \ldots 14)$$

welche die Umhüllende darstellt der Linie $q = \int(P_r, l)$ mit l als veränderlichem Parameter.

Ferner sei bemerkt, dafs Gleichung 13) $l = 2\pi\ \frac{\sqrt{EJ_v}}{P_r}$ die Länge der halben Welle angibt, welche zu einer Druckkraft P_r gehört und den dazu benötigten seitlichen Stützen q und dafs diese zweimal gleich der Länge ist, bei der ein Stab von demselben Querschnitt ohne seitliche Stützen knickt unter einer Druckkraft P_r.

Bei Verwendung der Gleichung 13)

$$l = 2\pi\ \frac{\sqrt{EJ_v}}{P_r} \text{ oder } P_r = 4\ \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}$$

findet man, für die Werte y_m, wofür q maximum wird, nach Formel 8):

$$y_m(q_{max}) = \frac{1}{2\sqrt{2}}\ \frac{1}{\sqrt{EF}}\ l\ \sqrt{\left(P_r - \frac{\pi^2 EJ_v}{l^2}\right)} = \frac{\sqrt{3}\cdot\pi}{2\sqrt{2}}\ \frac{\sqrt{EJ_v}}{\sqrt{EF}} = 1{,}92\ \frac{\sqrt{EJ_v}}{\sqrt{EF}} \ldots\ldots 15)$$

und für die bei einer Ausknickung y_m (q_{max}) zugehörige Druckkraft nach Formel 9):

$$P = \frac{2}{3}P_r + \frac{1}{3}\frac{\pi^2 EJ_v}{l^2} = \frac{3}{4}P_r = 3\ \frac{\pi^2 EJ^2}{l^2} \ldots 16)$$

Nach Seite 385 sind für

$$P = \frac{3\pi^2 EJ_v}{l^2}$$

die Werte, die man mit der Annäherungsformel 5) für q findet, $\frac{153 - 151{,}2}{151}$ oder etwa 1,2 % gröfser als die, welche die ursprüngliche Formel 4) liefert, so dafs für diesen Fall die Annäherungsgleichung 5) die ursprüngliche Gleichung 4) mit gröfser Genauigkeit ersetzt.

Aus der Lage, welche die Umhüllende in Anbetracht der Linien $q = \int(P_r, l)$ hat, ist ersichtlich, dafs die einer Kraft P_r zugehörige seitliche Stützenkraft für einen unendlich langen Stab stets gröfser ist, als für einen Stab von demselben Querschnitt von beschränkter Länge, so dafs man oben die Eulersche Knickgrenze auch für einen Stab von beschränkter Länge, die einfache Gleichung 14) für einen Stab von unendlicher Länge verwenden kann.

Verhalten einer Reihe gleichlanger Stäbe beschränkter Länge, die durch Gelenke verbunden und gleichmäfsig seitlich gestützt sind, gegen seitliches Ausknicken.

Bei Gleichung 14) ist angenommen, dafs die Enden des Stabes sich nicht vom Platz bewegen, weder in der Richtung des Stabes, noch senkrecht dazu.

Für eine Reihe durch Gelenke verbundener Stäbe, deren Gelenkpunkte nicht seitlich ausweichend befestigt sind, müssen folgende zwei Voraussetzungen erfüllt werden:

1. dafs jeder der Stäbe für sich selbst nicht knickt, worüber Gleichung 14) Aufschlufs gibt;
2. dafs die Gelenkpunkte nicht ausweichen können.

Für das Knicken in wagrechter Richtung ist der gefährlichste Stand in Abb. 2 angegeben.

Wenn die Knotenpunkte eine Ausknickung η erfahren, ist hiermit eine Verlängerung des Stabes $\delta\lambda = 2\frac{1}{\lambda}\eta^2$, oder eine Verminderung der Druckkraft EF $\frac{\delta\lambda}{\lambda} = 2\frac{EF}{\lambda^2}\eta^2$ verbunden.

Bei einer Ausknickung η beträgt also die Druckkraft $P = P_r - 2\frac{EF}{\lambda^2}\eta^2$.

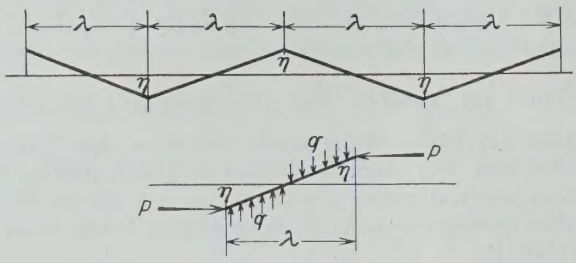


Abb. 2.

Die seitlichen Stützen, die auf die Längeneinheit nötig sind, um den Stab im Gleichgewicht zu halten, sind:

$q = \frac{8}{\lambda^2}P\eta = \frac{8}{\lambda^2}P_r\eta - \frac{16\,EF}{\lambda^4}\eta^3$ wird ein Maximum für $\frac{dq}{d\eta} = 0$ oder für $\eta = \frac{\lambda}{\sqrt{6}\sqrt{EF}}\sqrt{P_r} = 0{,}408\frac{\lambda}{\sqrt{EF}}\sqrt{P_r}$, 35)

so daſs

$q_{max} = \frac{16}{3\sqrt{6}}\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\lambda}P_r\sqrt{P_r} = 2{,}177\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\lambda}P_r\sqrt{P_r}$.. 36).

Beispiel:

Als Beispiel soll die Knickfestigkeit einer gegebenen Schiene untersucht werden.

Für die Schiene ist $E = 2\,000\,000$ kg/cm².

Gewicht der Schiene 41 kg/m, Schienenlänge 15 m. $F = 52$ cm², $J_v = 288$ cm⁴, $J_h = 1352$ cm⁴. Schwellen von Holz 270 cm lang, 26 cm breit und 16 cm stark, Oberfläche 5 cm unter Bettung liegend im Abstand von 80 cm.

Da die Verbindung zwischen den gegenüberliegenden Schienenstäben nicht von der Art ist, daſs nur einigermaſsen auf eine Zusammenwirkung auf einer Schwelle gerechnet werden kann, ist als Knickfestigkeit eines Gleises in wagrechter Richtung die Knickfestigkeit für einen Schienenstrang, welcher gegen seitliches Ausweichen durch die Hälfte des Widerstandes der Schwelle gestützt wird, maſsgebend. Die Hälfte des seitlichen Widerstandes der Schwelle q_z ist zu 1 kg auf den lfd. cm Schiene angenommen.

Der für q_z angegebene Wert beruht auf einer sorgfältigen Berechnung*), welche der Wirklichkeit entspricht. Es ist selbstverständlich, daſs diese durch weitere Versuche für die verschiedenen Verhältnisse geprüft werden müſste.

Es ist zu bemerken, daſs — wie man aus Gleichung 14) ersieht — P_r gleichwertig ist mit $\sqrt{q_z}$.

Daraus folgt, daſs eine Ungenauigkeit in der Annahme für q sich in geringerem Maſse in den Werten von P_r bemerkbar macht. Man findet nun bei der oben angenommenen Schiene, daſs in erster Linie zu befürchten ist, daſs der Schienenstab seitwärts**) ausknickt und zwar nach Gleichung 14) bei einer Druckkraft von ungefähr $P_r = 33{,}9$ t oder 650 kg/cm². Weiter errechnet sich eine kleinste halbe Wellenlänge $l = 7{,}28$ m.

*) Siehe die Broschüre „Knikvastheid van het spoor“ von C. H. De Vries Broekmann, Verlag Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltmann jr., Delft).

**) Die Berechnungen für lotrechtes Ausknicken siehe die genannte Broschüre.

Nach Gleichung 15) ist der zugehörige Wert von (q_{max}) ungefähr 4 cm. Wird vorausgesetzt, daſs die Lasc mit vier Schrauben versehen, daſs die Neigung der Anschl fläche der Schienen mit den Laschen 1:4 ist, und daſs Schienenfuſs auf den Schwellen mittels Klemmplatten Schrauben angedrückt wird, dann erreicht, solange zwisc den nachfolgenden Schienenstäben ein Spielraum ist, die grö Druckkraft, welche durch Temperaturerhöhung verursa werden kann, unter Berücksichtigung der Widerstände Schienenbefestigung an den Enden des Gleises rund 22 t, der Mitte rund 32 t, was einer Temperaturerhöhung 28 Grad entspricht*).

Die gröſste Druckkraft in der Mitte mit 32 t kommt schon sehr nahe an die Druckkraft von 33 t heran, bei nach dem obigen ein Ausknicken zu erwarten ist. Wenn einer sehr hohen Temperatur die Schienenlücken sich schlieſs wird die gröſste Druckkraft durch den gröſsten Tempera unterschied bestimmt.

Nimmt man, wie üblich, für den gröſsten Jahrestemperat unterschied 80 Grad an, dann beträgt die gröſste Druckkraft 9 welche die gefundene Knickgrenze von 33,9 t weit üb schreitet. Die Druckkraft von 33,9 t, bei der Knicke eintre können, entsteht bereits bei einer Temperaturerhöhung von un fähr 30 Grad. Die mir bekannt gewordenen Erfahrungen schei mit der Wirklichkeit gut übereinzustimmen. Man muſs da sagen, daſs es lediglich der besonderen Sorgfalt, die f dauernd in der Gleisunterhaltung aufgewendet wird, zu danken ist, daſs das Ausknicken der Gleise so selten vorko und daſs es als ein unglücklicher Zufall zu betrachten wenn solche Ausknickungen vorkommen.

Gebogener Stab (Schienen in Kurven).

Im folgenden sollen noch einige Punkte besprochen wer die sich auf Stäbe beziehen, die in der wagrechten Eb gebogen sind.

Ein Bogen, dessen Enden festgehalten werden und welchem durch Temperaturerhöhung eine Druckkraft entst hat in erster Linie Neigung, nach auſsen auszuweichen. I der Durchmesser des Bogens und P_r die Druckkraft, wel in dem Bogen hervorgerufen wird, dann beträgt der Wi stand, welcher für das Gleichgewicht an der Auſsenseite dem Bogen auf die Längeneinheit nötig ist: $p = \frac{P_r}{R}$.

Wenn die Druckkraft eine bestimmte Grenze**) überschre ist zu beiden Seiten des Bogens ein seitlicher Widerstan auf die Längeneinheit nötig.

Ausgehend von einem durchlaufenden, seitwärts gestütz geraden Schienenstab, dessen halbe Wellenlänge, welche Knick entstehen würde, gering ist im Verhältnis zu den Gleisen vorkommenden Bogenhalbmessern, kann im Bogen e durchlaufenden Schienenstabes für q mit genügender Gena keit der gleiche Wert q angenommen werden, wie er fr für einen gebogenen Stab gefunden wurde. Es beträgt für einen durchlaufenden Schienenstab die benötigte seitl Stütze an der Auſsenseite

$$p + q = \frac{P_r}{R} + 0{,}189\frac{1}{\sqrt{EF}}\frac{1}{\sqrt{EJ_v}}P_r^2,$$

*) Siehe den Aufsatz von A. Wöhrl im Organ 1927, He und 2 „Experimentelle Grundlagen der Schienenschweiſsung freier Strecke“.

**) Wenn die Bogenlänge nicht zu grofs ist im Verhältnis Durchmesser:

$P = \left(\frac{\pi^2}{l^2} - \frac{1}{R^2}\right)EJ$, was für $R = \infty$ die Eulersche Formel lie

$P = \frac{\pi^2}{l^2}EJ$ und für $l = \frac{\pi}{2}R$ die Boussinesq'sche Formel: $P = \frac{3}{R}$

oder $p = \frac{3}{R^3}EJ$.

er Innenseite:

$$q = 0{,}189 \frac{1}{\sqrt{EF}} \frac{1}{\sqrt{EJ_v}} P_r^2.$$

Zu bemerken ist, dafs der Ausdruck $p = \frac{P_r}{R}$ einen ziem- grofsen Wert erhalten kann. Zum Beispiel für die auf 388 berechnete gröfste Druckkraft $P_r = 32$ t und für = 50 m, wird $p = \frac{P_r}{R} = \frac{32}{50} = 0{,}64$ kg/cm.

Der Umstand, dafs im Bogen, um den äufseren Schienen- zu überhöhen, die Schwellen in einer Neigung liegen, gt mit sich, dafs in Wirklichkeit der Widerstand gegen ches Ausweichen an der Aufsenseite des Bogens etwas er ist als an der Innenseite. Der hierdurch entstehende rschied macht jedoch nur einen kleinen Teil von p aus. Rechnungsergebnisse zeigen, dafs im Bogen nicht allein Neigung besteht zur Verschiebung nach aufsen, sondern gleichzeitig die Gefahr des Knickens gröfser ist als bei n geraden Schienenstab.

Versuch.

Die Berechnung wurde durch Versuch an Stäben unter hen Voraussetzungen geprüft*).

Dabei wurde die Druckspannung in den Stäben durch äufsere Kraft erzeugt. Die seitlichen Stützen wurden rch geschaffen, dafs zu beiden Seiten des Stabes über

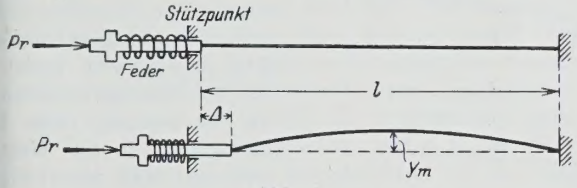


Abb. 3.

n laufende Gewichte an Drähten angebracht wurden. der Gewichte war in der Gleichgewichtslage gestützt und e nur dann emporgehoben, wenn der Stab nach der dem cht gegenüber befindlichen Seite ausknickte (Abb. 3 und 3a).

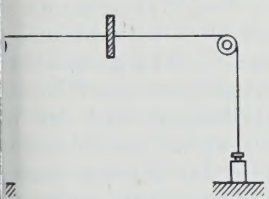


Abb. 3a.

Um zu erreichen, dafs die durch Gewichte erzeugte Druckkraft ebenso wie eine durch Temperaturerhöhung entstehende, bei dem Ausknicken des Stabes abnimmt, wurde eine Feder zwischengeschaltet, die der Druckkraft entgegengesetzt wirkt, sobald der Stab ausknickt.

Die Ergebnisse von Berechnung und Versuch stimmen nander genau überein. Für unsere gegenwärtigen Schienen, enen zur Verhütung einer zu grofsen Druckkraft zwischen Schienenenden ein Spielraum (Temperaturlücke) gelassen ist es von gröfster Wichtigkeit, sich ein Urteil über die tfestigkeit zu bilden. Es scheint mir auch nicht unmög- dafs dies für die Zukunft von sehr grofsem Belang sein Tatsache ist, dafs die Lasche eine gebrechliche Ver- ng ist, dafs man fortdauernd zu immer längeren Schienen- übergegangen ist, und dafs bei elektrischen Bahnen durch- ide Schienen in Gebrauch sind. Ist es in der Zukunft t sehr leicht möglich, dafs man zum Schlusse chienen mit durchlaufenden ununterbrochenen enenstäben überzugehen wünscht? In diesem ist es eine Notwendigkeit und gewifs von gröfstem Werte, nickfestigkeit vorausschauend kennen zu lernen.

Die durchgeführten Versuche stimmen mit der Wirklich- überein und da die Richtigkeit der Berechnung durch die Versuche bestätigt wird, ist zweifellos die angegebene Berechnung für die Praxis brauchbar.

In der an den Vortrag anschliefsenden Besprechung wurde von angesehenen Eisenbahnfachleuten nachgewiesen, dafs auch Gleisverwerfungen unter Fahrzeugen schon vorgekommen sind und dies bei sehr grofsen Achsständen (über 7 m) als möglich erachtet werden mufs.

Prof. de Vries Broekmann gibt diese Möglichkeit zu, wenn auch im allgemeinen die grofsen Gleisverwerfungen stets nur bei unbelastetem Gleis auftreten werden.

Hierzu möchte ich unter Bezugnahme auf meine Ausführungen im Organ 1927/2 über Verwerfungen kurz folgendes bemerken:

Ich habe dort dieses Gebiet als »theoretisch noch wenig durchforscht« bezeichnet. Diese Behauptung kann mit Rücksicht auf die verdienstvolle Forschungsarbeit des Herrn Prof. de Vries Broekmann, durch die die bei Gleisverwerfungen auftretenden Kräfte und Gegenkräfte einwandfrei und rechnungsmäfsig bestimmt sind, nicht weiter aufrecht erhalten werden.

Dagegen bleibt meine Forderung, durch eingehende Versuche den seitlichen Widerstand der einzelnen neuzeitlichen Gleise festzustellen, zu Recht bestehen, wie dies auch Prof. Broekmann selbst als notwendig bezeichnet.

Ferner steht fest, dafs die Untersuchung der Verwerfungen sich auf unbelastete Gleise beschränken kann, weil ja hierbei die achsiale Druckspannung im Gleis die gleiche ist wie bei belastetem Gleis, andererseits aber der Widerstand des Gleises gegen seitliche Verschiebung am geringsten ist, während letzterer beim belasteten Gleis wächst, die Gefahr von Verwerfungen hier also geringer ist.

Das soll indes nicht ausschliefsen, auch den seitlichen Widerstand belasteter Gleise festzustellen und mit den Gegenkräften (seitlicher Widerstand des belasteten Gleises, dynamische Stöfse, Fliehkraft, Bremskraft) in Vergleich zu setzen.

Prof. Broekmann berechnet den seitlichen Widerstand seines Gleises auf 1 kg/lfd. cm Schiene (Holzschwellenabstand 80 cm, 2,70 m lang, spezifisches Gewicht der Bettung 1,7, weiteres über die Art der Bettung ist nicht bekannt).

Nach meinen Berechnungen ergibt sich in einer 500 m Kurve bei + 30° C Luftwärme ein seitlicher Druck einer Schiene von 122 kg/m oder 1,2 kg/cm.

Es müfste also bei + 30° C Luftwärme in einer 500 m Kurve schon ein Ausknicken der Schienen erfolgen.

Für die gerade Strecke kommt Prof. Broekmann zu dem Ergebnis, dafs die Gefahr des Ausknickens einer Schiene von 52 cm² Querschnitt schon bei 33,9 t achsialer Druckkraft oder + 28° C Lufttemperatur beginnt.

Nach meinen Untersuchungen über die Wärmeaufspeicherung in Schienen würde diese Gefahr schon bei etwa + 20° C Lufttemperatur auftreten, da hierbei schon eine Schienentemperatur von 28° C möglich ist; die Gefahr der Verwerfung stellt sich also als gröfser dar, wenn die Wärmeaufspeicherung in Schienen berücksichtigt wird.

Die von Prof. Broekmann berechnete gröfste Schienenspannung von 91 t für 80° C Lufttemperatur wird in Wirklichkeit nie auftreten. In unserem Klima kann wohl mit 60° C Gesamtjahrestemperaturunterschied gerechnet werden (— 20° C und + 40 C) und aufserdem mufs für ein Gleis auch bei Langschienen eine Ausdehnungsmöglichkeit vorhanden sein, so dafs die Hälfte der Spannung als Zugspannung erscheint, die andere Hälfte als Druckspannung wirkend auf den Ausdehnungsstofs.

Nimmt man statt 80° C Jahresunterschied 60° C an, so ermäfsigt sich die von Prof. Broekmann berechnete Spannung von 91 t auf 68 t oder auf 1310 kg/cm² bzw. $\pm \frac{1310}{2} = \pm 650$ kg/cm² oder für eine Schiene von 44,71 cm², wie ich sie meinen Berechnungen zugrunde gelegt habe (siehe Organ 1927, Heft 2) eine Spannung von 29,5 t.

*) Die genauen Berechnungen siehe die genannte Broschüre.

Nach meinen Berechnungen ergab sich für die vorgenannte Schiene eine Spannung von $\pm$ 48,73 t oder 1090 kg/cm². Diese von mir berechnete höhere Spannung erklärt sich aus der Wärmeaufspeicherung in den Schienen bei + 30° Lufttemperatur, die (wie ich nachwies) 30 bis 50 % beträgt. Unter dieser Voraussetzung stimmen die Rechnungsergebnisse überein.

Die schon im Jahre 1911 von Prof. Broekmann (siehe Seite 389) aufgeworfene Frage: »Ist es in Zukunft nicht sehr leicht möglich, dafs man schliefslich zu Schienen mit ununterbrochen durchlaufenden Schienenstäben überzugehen wünschen wird?« eilte der heute angestrebten Schienenschweifsung soweit voraus, dafs sie als Prophezeiung eines weit vorausblickenden Geistes in Erstaunen setzen mufs.

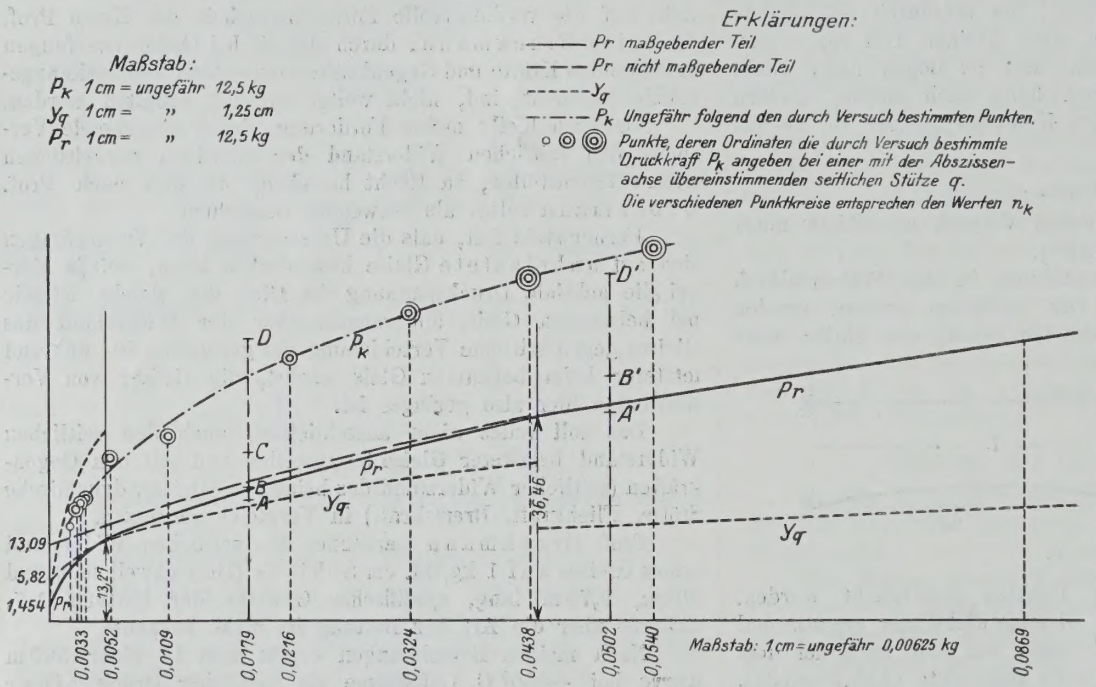


Abb. 4.

Prof. Broekmann ist dabei offenbar von dem Gedanken ausgegangen, dafs die Knickung eines Gleises sehr wohl verhindert werden kann, wenn durch seitliche Stützen die geringen seitlichen Anfangskräfte, durch die eine Knickung eingeleitet wird, unwirksam gemacht werden. Man kann dabei an wirkliche seitliche Festpunkte denken oder die Ausgestaltung der Schwellenfelder zu einer wagrecht liegenden Brücke, indem man Winkeleisen als Diagonalen auf die Schwellen aufschraubt.

Da aber schliefslich alle diese Mittel die Gefahr des Ausknickens der Schienen nur vermindern, aber kaum in allen Fällen verhindern können und da kaum zu erwarten ist, dafs unsere Gleise einen wesentlich gröfseren seitlichen Widerstand in der Bettung als den von Prof. Broekmann errechneten (1 kg/cm auf die Schiene) finden (die zur Zeit vom Zentralamt Berlin eingeleiteten Versuche müssen hier die weitere Klärung bringen)*), so dürfte die theoretische Untersuchung über die wagrechte Knickfestigkeit der Gleise nur die Überzeugung bestärken, dafs es zweckmäfsig ist, den Gefahren der Gleisverwerfungen möglichst aus dem Wege zu gehen. Die Lösung der Frage der Schienenschweifsung auf der freien Strecke wird also nach der Richtung zu suchen und weiter zu verfolgen sein, dafs die Schienen zwar auf sehr grofse Längen geschweifst werden, die Verbindung der Schienen aber mit den Schwellen so lose wie möglich gehalten wird, damit sich die Schienen ohne zu grofse Druckkräfte ausdehnen und diese Ausdehnung auf besonders zu konstruierende Ausziehstöfse übertragen können. Andererseits wird zu fordern sein, dafs die Schwellen in ihrer Lage sich nicht verändern und ein Hin- und Herschieben der Schwellen auf der Bettung (unruhige Gleislage) vermieden bleibt.

Ich denke dabei an Schienenlängen von 500 bis 1000 m, die unter den obigen Voraussetzungen meines Erachtens ohne Gefahr geschweifst werden können.

Schliefslich noch ein Wo über die Ausknickung v Eisenbahnschienen in vert kaler Richtung. In einig in der letzten Zeit erschienen Aufsätzen (Gleistechnik 1927/ »Über Schienenschweifsun von Lange, Bahnbau 1927/ und 25 »Langschienen« v Zimmermann) findet si die Anschauung vertreten, d die Verwerfung eines Eise bahngleises in der Weise v sich geht, dafs zuerst die Au knickung in vertikaler Richtu nach oben erfolgt und soda das Gleis sich nach der Se verschiebt.

Aus der obigen Berechnu von Prof. Broekmann ergi sich, dafs bei Annahme ein seitlichen Gleiswiderstandes von q = 100 kg/m und Schie und bei den zur Zeit üblichen Oberbauformen das Widerstand moment der Schienen in vertikaler Richtung und der Wide stand q in vertikaler Richtung (Gewicht von Schienen u Schwellen, Reibung der Schwellen in der Bettung, zusamm etwa 300 bis 350 kg/m und Gleis) so wesentlich gröfser ist in horizontaler Richtung, dafs ohne weiteres ersichtlich ist, d nur eine Ausknickung in horizontaler Richtung auftreten kan

Nimmt man aber den seitlichen Widerstand der Bettung nach Bräuning zu 200 kg/m und Schiene oder noch höh an, so kann nach Umständen aach ein Ausknicken in vertikal Richtung nach oben im Bereich der Möglichkeit liegen.

Bekannt ist, dafs bei vielen Verwerfungen die Gleise d Weg des kleinsten Widerstandes nehmen und bei vollgefüll Bettung nach auswärts schräg ansteigen.

Auf Grund der von Prof. Broekmann durchgeführt Berechnungen für horizontale und vertikale Ausknickung ka in jedem einzelnen Fall untersucht werden, welche von beid in erster Linie eintreten wird.

*) Bräuning gibt allerdings in seinen „Grundlagen des Gleisbaues“ Seite 51 den seitlichen Widerstand der Bettung zu 200 kg/m und Schiene, M. M. v. Weber sogar zu 250 kg an.

Bemerkenswerte Einrichtungen des neuen Lokomotivschuppens in Schaerbeek. (Belgien)*)

Von Reichsbahnrat **Ebert**, Aschaffenburg.

Der neue Lokomotivschuppen in Schaerbeek weist eine Reihe bemerkenswerter Einrichtungen auf, über deren Brauchbarkeit bereits ein Urteil gefällt werden kann, weil sie s dem Jahre 1924 schon in Betrieb stehen.

Die Grundrifsanordnung des Schuppens zeigt, wie f alle belgischen Lokomotivschuppen, die rechteckige Form

*) Nach der Beschreibung von Chantrell im Bulletin du Congrès des Chemins de Fer., Mai 1927.

lel liegenden Ständen. Das Gebäude besteht eigentlich zwei aneinander gesetzten Schuppen von je 95 m Länge einer dazwischen liegenden Werkstätte von 19 m Länge, s sich eine Gesamtlänge des Gebäudes von 209 m ergibt. Schuppenteil enthält 19 Gleise, auf denen je vier oder Lokomotiven aufgestellt werden können. Die rechteckige ppenform wurde gewählt, weil sie die einfachere und ere ist und gestattet, eine Höchstzahl von Lokomotiven iner gegebenen Grundfläche unterzubringen. Hinsichtlich steinteilung und Ausfahrt der Lokomotiven ist das Rund- günstiger. Für den Rechteckschuppen müssen die Loko- ven nach der Tiefe entsprechend der Ordnung der abfahrenden aufgestellt werden, um ohne Verschiebebewegungen aus- mmen. Trotzdem werden durch verschiedene Umstände eiche Lokomotivverstellungen nötig um die in der Tiefe Schuppens stehenden Fahrzeuge herauszuholen. Zu An- waren oft bis zu 80 Rangierbewegungen innerhalb tunden nötig, die von einer besonderen Verschiebelokomotive Arbeitergruppe ausgeführt wurden. Dieser Mifsstand konnte eise beseitigt und die Zahl der Verschiebebewegungen auf 50 herabgedrückt werden dadurch, dafs im voraus eine ndere Ordnung erstellt wird, nach welcher die Lokomotiven jedem Gleis in der Reihenfolge ihres Auslaufes aufgestellt en. Eine besondere Belegungstafel, die in der Wagrechten hnitte für die Gleise und in jedem Abschnitt die 24 Stunden Tages und in der Senkrechten die Stände auf den Gleisen hliefslich der Stände auf dem Hofe für Kurzwendungen ; erleichtert die planmäfsige Besetzung der Stände. Trotzdem en vor allem wegen verspäteter Rückkehr der Lokomotiven Dienst zahlreiche Verschiebebewegungen auszuführen. Aus n Gründen sind die belgischen Eisenbahnen dazu über- ngen bei den spätern Bauten, wie z. B. in dem neuen ppen von Bertrix, eine Schiebebühne in der Mitte des ppens und eine Gleisharfe vor dem Schuppen anzuordnen. Lokomotiven laufen über der Schiebebühne ein und über Gleisharfe aus. Auf diese Weise werden die Vorteile eines esetzten Umlaufes erzielt. Im Falle eines Schadens an Schiebebühne wird der Umlauf über die Gleisharfe auf- t erhalten.

Die Rauchabsaugung erfolgt mittels Metallhauben, mit beweglichen Flügeln sich auf die Lokomotivkamine n. Diese beweglichen Rauchabzüge münden in ein Sammel- , das in zwei Kaminen, einen für jeden Halbschuppen, 55 m Höhe endigt. Die Anlage saugt den Rauch sehr ab und beschleunigt das Anheizen der Lokomotiven. Ver- e haben gezeigt, dafs der Zeitgewinn bei der Anfeuerung bis 40 Minuten beträgt. Die Anlage hat jedoch ernste gel. Die Anlage- und Instandhaltungskosten sind sehr . Trotz aller Vorschriften und bester Aufsicht kommen ig schwere Beschädigungen vor, weil vergessen wird die ben vor der Abfahrt der Lokomotiven aufzuziehen oder ein unerwarteter Stofs gegen die Maschine erfolgt usw.

Die Metallhauben halten den Angriffen der Rauchgase t stand, so dafs seit der Indiensstellung, also innerhalb er Jahre, bereits 35 von ihnen ersetzt werden mufsten. Rauchabzugröhren beeinträchtigen in gewissem Grade die Beleuchtung des Schuppens. Die Notwendigkeit die Loko- iven genau unter die Rauchabzüge zu stellen führt wegen verschiedenen Länge der Lokomotiven zu ungünstiger Aus- ung des überdachten Raumes. In Schaerbeek gehen dadurch chschnittlich 3 bis 4 m Gleis zwischen zwei Lokomotiven, sind bei drei Hinterstellungen 9 bis 12 m Gleis verloren, bereits für Hinterstellung einer Verschiebelokomotive aus- hen würden. Aufserdem ist es für verschiedene Unter- ungsarbeiten an der Maschine nötig sie in eine bestimmte lung zu bringen: die Haube mufs gehoben, die Maschine und nach der Ausbesserungsarbeit verstellt und mit dem Anheizen gewartet werden, bis die Maschine wieder unter der Haube steht.

Diese Umstände haben die belgischen Eisenbahnen dazu gebracht von weiteren Anwendungen dieser gemeinsamen Rauchabsaugung abzusehen. Bei den in letzter Zeit errichteten Schuppen sind durchlaufende Rauchabzüge aus Eisenbeton eingebaut worden, die wie nach unten offene Tröge an der Dachung aufgehängt sind. Auf den Trögen stehen Kamine mit Luftsaugern verschiedener Bauarten, die alle darauf beruhen, dafs ein Luftdurchzug erzeugt und dabei der Rauch mit abgesaugt wird.

Die Anordnung der Höfe geschah nach dem Gesichtspunkt eines zweckmäfsigen Lokomotivdurchlaufes. Die Lokomotiven durchlaufen bei ihrer Rückkehr ohne eine Gegenläufigkeit alle Behandlungsanlagen von der Drehscheibe über die Bekohlungs- und Besandungsanlage zur Entschlackungs- und Wassernahmsanlage. Die auslaufenden Lokomotiven schneiden nirgends den Weg der einlaufenden Lokomotiven. Die Dauer der Lokomotivbehandlung beträgt dank dieser Anordnung höchstens 35 Minuten: 15 Minuten für Drehen, Untersuchung, Versorgung mit Brennstoffen und Sand, 15 Minuten für Feuerputzen, Rauchkammerreinigen, Wasserfassen und 5 Minuten für Einstellen im Schuppen. Im alten Schuppen war die Behandlungszeit etwa dreimal höher.

Die Bekohlungsanlage besteht aus einer Eisenbetonbühne, die an die beiden Lokomotivanfahrgleise reicht und auf der stets eine Anzahl gefüllter Hunde steht. Die Kohlenkleinwagen werden auf einem durch Drehscheiben verbundenen Netz von Kleingleisen bewegt. Zwei dieser Kleingleise führen zu den Kippern, die den Inhalt der Hunde auf die Tender stürzen. Auf der entgegengesetzten Seite der Bühne empfangen zwei Kleingleise die durch zwei voneinander unabhängige Förderer emporgehobenen Hunde. In Höhe des Erdbodens liegt ein zweites Kleingleisnetz, das zu den Kohlenbunkern der Kohlenmischanlage und zu den Brikettwagen führt. An der Kohlenbühne sind auch die Sandbunker angeordnet. Sie werden durch ein Förderwerk gefüllt, das den Sand vom Trockenofen emporhebt. Die Bunker sind derart angeordnet, dafs sowohl Lokomotiven mit Sandkasten in der Mitte als auch Lokomotiven mit seitlich angeordneten Sandkästen bedient werden können.

Die Kohlenbühne arbeitet besonders hinsichtlich der Schnelligkeit der Lokomotivbekohlung zufriedenstellend. Der Zeitbedarf beträgt etwa eine Minute für 1 Tonne. Der tägliche Umschlag betrug 1926 im Mittel 300 t, davon 60 t Briketts. Die Kosten je umgeschlagene Tonne betrugen etwa 2 Fr. 20 In dieser Summe sind enthalten die Löhne (1 Fr. 55) die Stromkosten (0 Fr. 06), die Unterhaltungskosten (0 Fr. 06), der Zins- und Tilgungsbetrag (0 Fr. 26), die Allgemeinkosten (0 Fr. 27).

Für andere Betriebswerke von der Gröfse Schaerbeeks sind für die Bekohlung Dampfkräne mit Greifern für die Kohle und feststehende elektrische Kräne mit Sondereinrichtung für Brikettverladung aufgestellt. Die Bekohlung vollzieht sich mit diesen Einrichtungen weniger rascher als mit der Kohlenbühne. Der Zeitbedarf für die Tonne beträgt etwa drei Minuten, aufserdem sind die Kosten für die umgeschlagene Tonne etwas höher, nämlich etwa 3 Fr. Die Lohnkosten allein sind etwa 20 % höher als bei der Kohlenbühne.

Kohlenladetürme in Verbindung mit einer Bühne für Briketts gestatten im Vergleich mit der Kohlenbühne die Lohnkosten um mehr als die Hälfte herabzusetzen, wenn auch die Anlagekosten etwa dreimal höher sind. Für eine Umschlagmenge von etwa 300 t wie in Schaerbeek ergeben sich die Umschlagkosten je Tonne etwa zu 2 Fr., also etwas weniger als für die Kohlenbühne in Schaerbeek. Aus diesem Grunde haben sich die belgischen Bahnen entschlossen diese Bekohlungsart für ihre neuen wichtigen Schuppen anzuwenden.

Die Entschlackungsanlage umfafst zwei nebeneinander liegende Gruppen von Putzgräben für je acht Lokomotiven. Jede Gruppe wird von einem Greifer zu 1 m³ Inhalt bedient, dessen Katze auf einer Hängebahn läuft. Die Betätigung des Greifers erfolgt vom Führerhäuschen zu ebener Erde. In den neuerdings gebauten Anlagen ist eine mit Führerkorb versehene, als Brücke ausgebildete Laufkatze gewählt worden. Die Anlage in Schaerbeek arbeitet zur vollen Zufriedenheit.

Die Lokomotivauswaschanlage ist nach dem System Micheli gebaut. Es ist eine selbsttätig arbeitende Anlage, die nach ähnlichen Grundsätzen gebaut ist wie die bei uns bekannten Anlagen, bei denen das ablaufende heifse Kesselwasser über Reiniger in den Spritzwasserbehälter gelangt und auf seinem Wege in Gegenstromkühlern seine Wärme an das Füllwasser abgibt. Aufser Spritzwasser- und Füllwasserpumpe sind noch Umlauf- und Kesselablaufpumpen vorhanden. Regler verschiedener Art bedienen selbsttätig die Anlage. Das Spritzwasser zeigt eine Temperatur von 50 bis 60°, das Füllwasser von 70 bis 80°. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage, d. h. das Verhältnis der von Spritzwasser und Füllwasser aufgenommenen Wärmemenge zu der im Kessel enthalten gewesenen Wärmemenge beträgt 80 bis 85 %, gegen 50 % bei Waschlokomotiven oder ortsfesten Kesseln. Die Ersparnis beträgt für jede Waschung etwa 176 kg Kohle und 7 m³ Wasser. Die Wirtschaftsrechnung für die Anlage zeigt, dafs sie in etwa drei Jahren abbezahlt ist.

Die Kohlenmischanlage hat den Zweck die verschiedenen der Bahn aus den belgischen Zechen zur Verfügung stehenden Sorten in ein günstigstes Gemisch zu bringen. Es stehen zur Verfügung halbfette Kohlen mit 13 bis 18 % flüchtigen Bestandteilen, Magerkohlen mit 8 bis 13 % flüchtigen Bestandteilen, die für Verfeuerung in der Lokomotive nicht geeignet sind und die durch Mischung mit Fettkohlen von 20 bis 32 % flüchtigen Bestandteilen gewissermafsen zu halbfetten Kohlen gemacht werden mit einem Gehalt von etwa 18 % flüchtigen Bestandteilen. In jeder dieser drei Sorten bestehen aufserdem Unterschiede im Aschengehalt: man unterscheidet z. B. die saubere Halbfettkohle bis zu 10 % Aschengehalt, die mittelsaubere Halbfettkohle bis zu 14 % Aschengehalt und die unsaubere Halbfettkohle bis zu 20 % Aschengehalt. Aufserdem unterscheiden sich die Kohlen noch hinsichtlich des Aschenschmelzpunktes und der Schlackenbildung.

Die Mischanlage besteht aus vier Türmen für je 120 t, von denen einer als Reserve dient. Die drei Betriebstürme dienen zur Aufnahme von Fettkohle, Halbfettkohle und Magerkohle. Da innerhalb dieser drei Gruppen der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ziemlich schwankt, erfolgt zunächst eine Vormischung. Die Kohlenwagen werden vor der Entladung ausgeschieden nach der Unterteilung in Fettkohlen mit mehr flüchtigen und mit weniger flüchtigen Bestandteilen, in Halbfettkohlen mit mehr flüchtigen und mit weniger flüchtigen Bestandteilen und in Magerkohlen mit mehr flüchtigen und mit weniger flüchtigen Bestandteilen, so dafs also sechs Gruppen gebildet werden. Jede dieser sechs Gruppen wird dann nochmals in drei Untergruppen (sauber, halbsauber und unsauber), nach dem Aschengehalt geteilt. Die Ausscheidung der Kohlenwagen erfolgt auf einer Gleisharfe vor der Mischanlage. Den Türmen werden nun über die Kipper die in gewünschter Weise aussortierten Kohlen zugeführt, die sich in den Schüttrichtern und beim Hochbechern mischen. Jeder Turm enthält also Kohlen, die bereits auf eine mittlere Qualität vorgemischt sind. Eine zweite vollkommenere Mischung wird dadurch erzielt, dafs die Kohle von den Türmen über umlaufende Mischtische in beliebiger Dosierung auf ein Förderband geschüttet wird. Der Zulauf der Kohlenwagen zur Anlage wird mit Hilfe einer Tafel geregelt, die die Beschaffenheit der Kohle je nach Herkunft auf Grund der Laboratoriumsuntersuchung anzeigt. Die Kohlenmischung wird ständig durch Brennstoffuntersuchungen überwacht, die im eigenen Laboratorium in Schaerbeek auf Gehalt an Wasser, Asche und flüchtigen Bestandteilen, Aschenschmelzpunkt und Verschlackung vorgenommen wird.

Die Kohlenmischung wird eingestellt auf etwa 18 % flüchtige Bestandteile und 13 % Asche. Um Unregelmäfsigkeiten in der Kohlenzufuhr ausgleichen zu können ist sowohl ein Lager für die ungemischten Kohlensorten als auch für im Vorrat gemischte Kohle vorhanden. Die Lager werden mit Greiferbrücken bedient.

Die Anlage in Schaerbeek mischt jährlich etwa 434000 t. Zur Zeit werden drei weitere im Versorgungsmittelpunkte gelegene Anlagen gebaut, so dafs diese vier Anlagen zusammen alle belgischen Betriebswerke mit gemischter Kohle werden versorgen können. Der Einflufs der Verwendung gemischter Kohle auf die Leistung der Lokomotiven hat sich im günstigsten Sinne stark bemerkbar gemacht. Dabei ist der Verbrauch an Kohle je Tonnenkilometer zurückgegangen, in Schaerbeek etwa um 10 %. Wenn auch dieser Rückgang noch einigen anderen Umständen wie z. B. dem besseren Zustand der Maschinen, den Langläufen usw. zuzuschreiben ist, so trifft doch ein beträchtlicher Teil der Kohlenersparnis auf die Verwendung gemischter Kohle. Die Kohlenmischanlage macht sich gut bezahlt. Die belgischen Eisenbahnen halten die Versorgung des ganzen Netzes mit Mischkohle für eine der Hauptaufgaben in ihren Verbesserungsbestrebungen.

Streckenblockung für eingleisige Bahnen mit Blockstellen.

(Vereinfachung gegen die preufsisch-hessische Anordnung von 1905.)

Von Geh. Baurat **H. Seyberth**, Oberregierungsbaurat a. D., Breslau †.

Hierzu Tafel 38.

Die seit 1905 bei den ehemals preufsisch-hessischen Bahnen vorgeschriebene Bauart der Streckenblockung auf eingleisigen Bahnen*) (vierfeldrige Form) weist für Strecken mit Streckenblockstellen die Eigentümlichkeit auf, dafs jede Blockendstelle soviel Erlaubnisabgabe = (Ea) und soviel Erlaubnisempfangfelder (Ee) besitzt, als Blockabschnitte vorhanden sind. Bei Strecken mit einer Streckenblockstelle finden sich also zwei Ea und zwei Ee, bei solchen mit zwei Streckenblockstellen drei Ea- und drei Ee-felder auf jeder Endstelle.

Bei den ersten Ausführungen in der Bauart 05 konnte bei Strecken mit einer Streckenblockstelle zwischen zwei Stationen von B und C, wenn drei Züge gleicher Richtung z. B. von B nach C im Blockabstande verkehren sollten, die Bedienung der Ea-felder wie folgt vorgenommen werden: Die Erlaubnis für den zweiten Zug konnte, wie jetzt, nur gegeben, d. h. Ea_2 in C nur bedient werden, wenn der erste Zug von B abgefahren und Ee in B wieder geblockt war. Für einen dritten Zug gleicher Richtung konnte Erlaubnis Ee_2 gegeben werden, wenn der erste Zug in C eingetroffen und zurückgemeldet und dadurch Feld Ea_2 in C wieder entblockt war. Die erneute Bedienung dieses Feldes für den dritten Zug war dabei nicht von der Abfahrt des zweiten Zuges von B abhängig, sondern konnte auch geschehen, wenn sich dieser Zug noch in B befand. In diesem Falle lief jedoch der Blockstrom von Ea_2 nach dem bereits entblockten Feld Ee_2 in B,

*) Siehe Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1905, Seite 622 und Zeitschrift für das gesamte Sicherungswesen (Stellwerk) Jahrgang 1907, Seite 73.

Zum Aufsatz: Streckenblockung für eingleisige Bahnen mit Blockstellen.

Abb. 1.

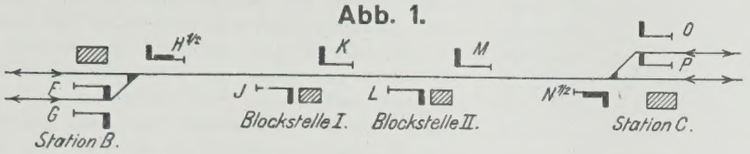


Abb. 2.

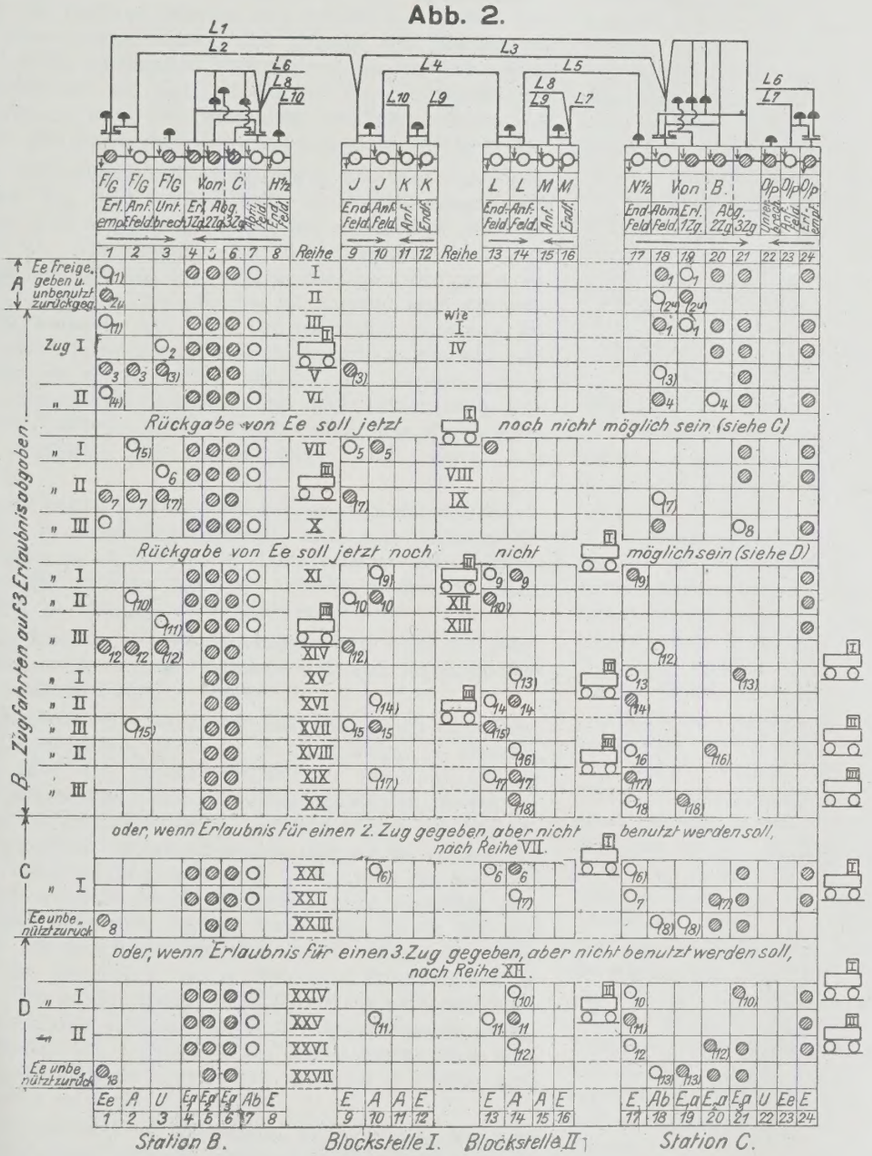
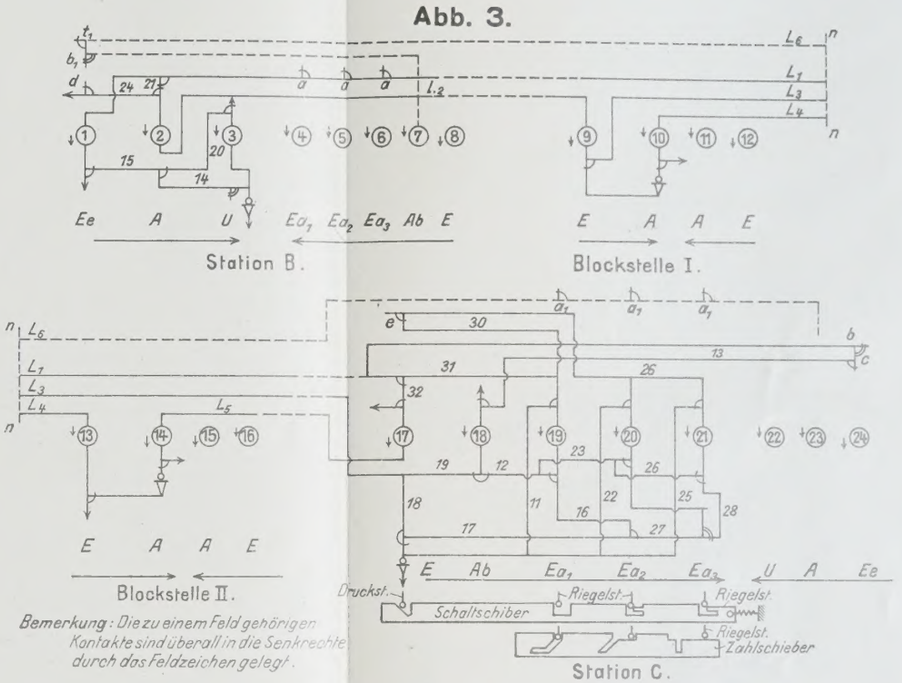
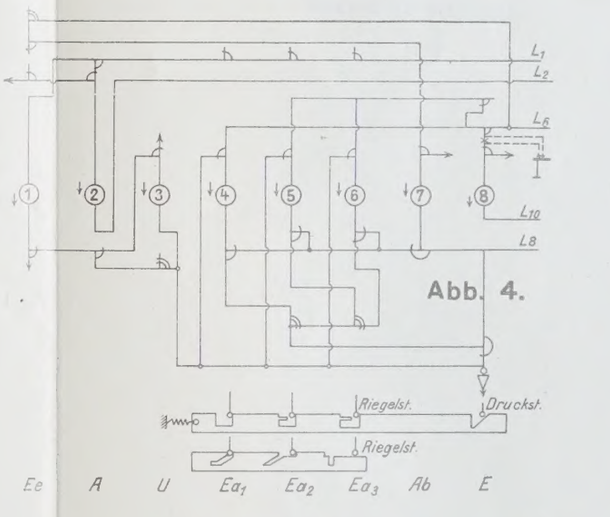
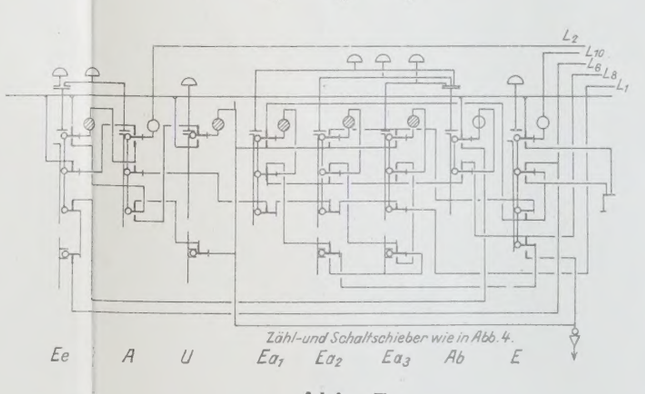
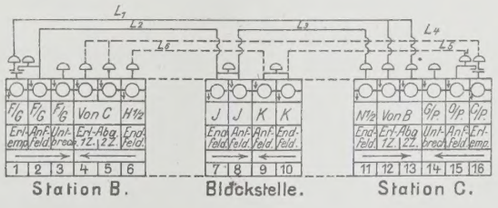


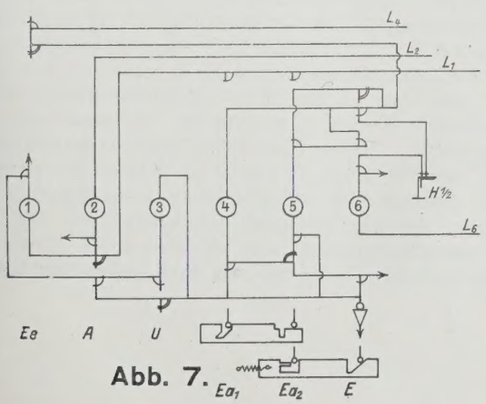
Abb. 3.











Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, München.

hte also hier keine Änderung im Zustand der Felder hervor. blieb Ee_2 nach wie vor entblockt, auf der Strecke befand kein Zug, in C aber waren beide Ea-felder geblockt. War der zweite Zug von B abgelassen und vorgeblockt, und t Ee_2 in B wieder geblockt, so konnte der dritte Zug folgen, nachdem der zweite in C eingetroffen, hier Ea_2 er entblockt und dann zur Entblockung von Ee_2 erneut nt war. Es war somit in der Blockanlage eine Störung treten, die sich in der Ausschaltung der Streckenblock- für die Zugfolge zwischen dem zweiten und dritten Zug ferneren Zügen zeigte. Die Ursache der Störung lag , dafs die zweitmalige Blockung von Ea_2 zu früh erfolgt nämlich zu der Zeit, als das mit Ea_2 verbundene Ee_2 entblockt war. Sie hätte erst stattfinden dürfen, als weite Zug von B abgefahren und Ee_2 wieder geblockt war.

Zur Vermeidung solcher Störungen hat man den Block- von Ea_2 über einen Kontakt an der Riegelstange des eldes E in C geführt, der nur bei entblocktem Feld ge- ssen ist. Die Erlaubnis für einen zweiten und dritten kann nun erst gegeben werden, nachdem der vorher er- e nicht nur von B abgefahren ist, sondern auch die erste stelle verlassen hat. Eine zu frühzeitige Blockung von ist damit in einfacher Weise verhindert, andererseits aber mehr als nötige Verzögerung in der Blockung dieses s herbeigeführt. Geschieht sie nicht sofort nach Ein- der Vorblockung, so entsteht auch eine Verzögerung er Zugfolge. Die Lösung kann daher nicht ganz digen.

Ob und welche Vorkehrungen bei Strecken mit drei Block- nitten in Anwendung gebracht sind, die vorzeitige Er- isabgabe zu verhindern, ist dem Verfasser nicht bekannt den. Das einfache Mittel der Anbringung eines Kontaktes ndfeld ist hier jedenfalls nicht verwendbar.

Wenn Strecken mit drei Blockabschnitten auch nur selten mmen, so ist es doch erwünscht, dafs auch für diesen Fall einwandfreie Lösung vorhanden ist.

Nachstehend wird daher eine Änderung in der Anordnung 5 vorgeschlagen, durch die in allen Fällen — Strecken wei oder drei Blockabschnitten — für Züge gleicher ng frühzeitigste Abgabe der Erlaubnis für den zweiten und de Züge ermöglicht wird. Aufserdem soll die Gesamt- ung dadurch vereinfacht werden, dafs auf die Verwendung rer Ee-felder verzichtet wird. Als Grund für ihre Ver- ng in der Zahl der Blockabschnitte wird angeführt, dafs e Züge ablassende Station durch diese Felder über die ung der Strecke unterrichtet werde. Dies trifft jedoch ir den Augenblick zu, in dem eine Erlaubnis bei ihr ft. Eine solche Angabe ist aber nur von geringem Wert. egelung der Zugfolge durch die Ankunftstation genügt n Fällen ein Ee-feld, da auf der Abgangsstation auch r jetzt üblichen Verwendung mehrerer Ee-felder doch ur eins entblockt sein kann.

n dem nachstehend behandelten Falle, Strecke mit zwei enblockstellen zwischen Stationen B und C mit je einem stellwerk (Abb. 1, Taf. 38) ist demgemäfs in der Verschlufs- bb. 2, Taf. 38) für die Blockwerke in B und C nur je ein Ee-feld 24) vorgesehen, während die Ea-felder (je drei in B und C), fang- und Endfelder in B, C und den Blockstellen I und ie die Unterbrecherfelder in B und C nach Zahl und ung der Bauart 05 entsprechen. Statt Unterbrechern auch Rückgabesperren verwendet werden. Abweichend r Bauart 05 ist aber in B und C je ein weiteres Feld 18 ein sogenanntes »Abmeldefeld« Ab zugefügt. Mit Hilfe soll die Abgabe der Erlaubnis geregelt werden. sem Zweck ist es durch je eine Gemeinschaftstaste mit Ea-feld verbunden, wird also bei jeder Erlaubnisabgabe mitgeblockt. Entblockt wird es im regelmäfsigen Betriebe durch den Blockstrom, mit dem die Abgangsstation einen abgelassenen Zug vorblockt. Sollen z. B. zwei Züge im Blockabstande von B nach C verkehren, so hat C mit Taste 18/19 zu blocken, wodurch Ee in B (Feld 1) entblockt wird. Ist der damit freigegebene Zug I abgefahren und von B durch Blocken mit Taste T 1/2 nach Blockstelle I vorgemeldet, so wird damit auch Feld 18 entblockt (von Rot in Weifs verwandelt). Der Farbenwechsel zeigt also C an, dafs der Zug I von B abgefahren ist und dafs Erlaubnis für einen zweiten Zug gegeben werden kann. C blockt nun mit Taste 18/20, entblockt dadurch wiederum Ee in B und erhält, wenn B den zweiten Zug vorgeblockt hat, ebenfalls wieder durch Entblocken von Feld 18 Kenntnis von der Abfahrt dieses Zuges. Die Innehaltung in der Reihenfolge der Benutzung der Tasten 18/19, 18/20 (und 18/21 bei drei Zügen) wird, wie bei der Bauart 06, durch einen sogenannten Zählschieber erzwungen. Ist der erste Zug in C eingetroffen und hier das Endfeld (17) bedient, so wird wieder, wie bei der Bauart 05, Feld 20 entblockt und nach Eintreffen des zweiten Zuges und erneutem Bedienen des Endfeldes Feld 19. Damit ist der Ruhezustand aller Felder wieder hergestellt. Die Reihenfolge in der Entblockung der Ea-felder, und zwar in umgekehrter Folge wie bei dem Blocken, wird, ebenfalls wie bei der Bauart 05, mit Hilfe eines sogenannten Schaltschiebers bewirkt.

Sollen drei Züge im Blockabstand von B nach C verkehren, so spielt sich Blockung und Entblockung der Felder in gleicher Weise ab. In Abb. 2 sind für diesen Fall die Vorgänge im Abschnitt B angegeben.

Soll eine erteilte Erlaubnis nicht benutzt werden, so mufs sie, wie bei der Bauart 06, ohne Eingriff in das Blockwerk zurückgegeben werden können. Handelt es sich dabei um die Erlaubnis für einen Zug (Ea), so hat der Blockstrom von Ee, wie unter A in Abb. 2, Taf. 38 angegeben, nicht nur Ea (Feld 19), sondern auch Ab (Feld 18) in C zu entblocken, um den Ruhezustand aller Felder wieder herbeizuführen.

Mufs eine zweite oder dritte Erlaubnis unbenutzt bleiben, so soll nach den Vermerken bei B (Abb. 2, Taf. 38) die Rückgabe nicht sofort, sondern, wie in den Abschnitten C und D der Verschlufstafeln angegeben, erst dann möglich sein, wenn die ganze Strecke B bis C von Zügen geräumt ist. Durch die Blockung von Ee ist dann wieder Ab und Ea zu entblocken, d. h. die gleiche Wirkung auszuüben wie bei Vorgang A. Auch dadurch wird die Schaltung gegen die der Bauart 05 vereinfacht. Hier ist sofortige Rückgabe jedes Erlaubnisempfangs möglich, dazu aber schon bei Strecken mit einer Blockstelle eine besondere Umschaltevorrichtung erforderlich, die bei der Bauart mit einem Ee-feld und Verzicht auf sofortige Rückgabe erspart wird. Die Möglichkeit der sofortigen Rückgabe jedes Erlaubnisempfangs ist aber als wesentlicher betrieblicher Vorzug nicht anzusehen. Nur, wenn es sich dabei zugleich um eine spitze Kreuzung handelt, kann damit eine geringe Beschleunigung im Ablassen des Gegenzuges erreicht werden.

An Aufsenleitungen für eine Fahrrichtung, z. B. für die von B nach C, sind bei Benutzung der Erde als Rückleitung erforderlich: L_1 zwischen Ee (1) in B und Ab/Ea, (18/19) in C, da sich diese Felder gegenseitig entblocken sollen, ferner Leitung L_2 zwischen den sich gegenseitig entblockenden Feldern 2 und 9 und L_3 zwischen 9 und 18, damit 18 durch den Blockstrom von 2 betätigt werden kann, sodann, wie bei der Bauart 06, die Leitungen L_4 und L_5 zwischen den sich gegenseitig entblockenden Feldern 10 und 13 bzw. 14 und 17. Mit diesen Leitungen ergibt sich der Schaltplan für die Fahrrichtung B bis C nach Abb. 3, Taf. 38*).

*) Von der Wiedergabe der Ableitung des Planes ist abgesehen.

Die Blockströme nehmen nach dem Schaltplan folgende Wege:

bei Vorgang	1	in Reihe der Verschlufstafel	I: Ic (Induktor in C) l_{11} (Leitung 11) F 19 (Feld 19) l_{12} F 18 l_{13} L_1 F 1 E (Erde) Kc (Körper des Induktors C)
»	2 u	»	II: I_B l_{14} l_{15} F 1 L_1 F 19 l_{16} l_{17} l_{18} l_{19} F 18 E K_B
»	2	»	IV: I_B F 3 E K_B
»	3	»	V: I_B F 3 l_{20} l_{15} F 1 l_{21} F 2 L_2 F 9 L_3 l_{19} F 18 E K_B
»	4	»	VI: Ic l_{22} F 20 l_{23} l_{12} F 18 l_{13} L_1 F 1 E Kc
»	5	»	VII: I_{BI} F 10 L_4 F 13 E l_{24} F 2 L_2 F 9 K_{BI}
»	6	»	VIII: wie 2 in Reihe IV
»	7	»	XI: wie 3 in Reihe V
»	8	»	X: Ic l_{25} F 21 l_{26} l_{23} l_{12} F 18 l_{13} L_1 F 1 E Kc
»	9	»	XI: I_{BII} F 14 L_5 F 17 E F 10 L_4 F 13 K_{BII}
»	10	»	XII: wie 5 in Reihe VII
»	11	»	XIII: wie 2 in Reihe IV
»	12	»	XIV: wie 3 in Reihe V
»	13	»	XV: Ic l_{17} l_{27} l_{28} F 21 l_{29} l_{30} l_{31} l_{32} F 17 L_5 F 14 E Kc
»	14	»	XVI: wie 9 in Reihe XI
»	15	»	XVII: wie 5 in Reihe VII
»	16	»	XVIII: Ic l_{17} l_{27} l_{25} F 20 l_{30} l_{31} l_{32} F 17 L_5 F 14 E Kc
»	17	»	XIX: wie 9 in Reihe XI
»	18	»	XX: Ic l_{17} l_{16} F 19 l_{31} l_{32} F 17 L_5 F 14 E Kc
»	6	»	XXI: wie 9 in Reihe XI
»	11	»	XXV: wie 9 in Reihe XI
»	7	»	XXII: wie 16 in Reihe XVIII
»	12	»	XXVII: wie 16 in Reihe XVIII
»	8	»	XXIII: wie 2 u in Reihe II
»	13	»	XXVII: wie 2 u in Reihe II
»	10	»	XXIV: wie 13 in Reihe XV.

Erläuternd wird dazu noch bemerkt:

1. Die Druckstangenkontakte a a a und a_1 a_1 a_1 an den Erlaubnisabgabefeldern, über die die Leitungen L_1 bzw. L_{11} geführt sind, sollen die gleichzeitige Blockung eines Ea-feldes in B und eines solchen in C verhindern.

2. Der Riegelstangenkontakt b in Verbindung mit dem Druckstangenkontakt c an Feld Ee in C soll die Blockung eines Ea-feldes in C verhindern, solange Ee in C nicht blockt ist. In gleicher Weise sollen b_1 und c_1 an Feld in B die Blockung eines Ea-feldes in B verhindern.

3. Der Druckstangenkontakt d bei Ee (in B) dient Unterbrechung der Erdverbindung von Feld A, wenn allein bedient wird. Diese Unterbrechung ist notwendig, andernfalls der Blockstrom von Ee in C statt über die Fe 19 und 18 und Erde nur über Feld 19 und dann über und durch die Felder 9 und 2 nach Erde laufen kön

4. Der Druckstangenkontakt e an Feld E in C verhind dafs bei der Rückgabe einer unbenutzten Erlaubnis in (Alleinbedienung von Ee in B) der Blockstrom nach Feldern Ea_2 und Ea_3 in C laufen kann.

5. Zwischen den Tasten 1 (Ee) und 1/2 (Ee/A) ist, wie der Bauart 06, eine Wechseltastensperre anzuordnen, um gleichzeitige Niederdrücken beider Tasten und damit die M lichkeit unrechtmäfsiger Entblockung der Erlaubnisabgabefe in C auszuschliefsen, die gleiche Sperre ist in C zwischen Tasten 24 und 23/24 erforderlich.

Der vollständige Schaltplan für das Blockwerk B is Abb. 4, Taf. 38 der Blockplan in Abb. 5, Taf. 38 dargest In Abb. 4, Taf. 38 ist die Einschaltung eines Signalflügelkonta in den Stromweg Induktor, Feld 8, Leitung L 10 durch strichelte Linien angegeben.

Die Vorzüge der neuen Bauart zeigen sich besonders Strecken mit zwei Streckenblockstellen. Sie bestehen in Ersparnis von Blockfeldern und Aufsenleitungen, Vereinfach der Schaltung, Wegfall der (durch die Ea und das E- anzutreibenden) Schaltvorrichtung und Wegfall der Zwisc hebel für die Ee-felder. In betrieblicher Hinsicht bietet neue Bauart den Vorteil, dafs durch das Ab-feld der Stat die Erlaubnis für einen Zug abgegeben hat, dessen Abf sofort kenntlich gemacht wird, die Abgabe der Erlaubnis einen folgenden Zug also so zeitig erfolgen kann, dafs schne Zugfolge ermöglicht wird.

Auch bei Strecken mit nur einer Streckenblocks empfiehlt sich die Verwendung nur eines Ee-feldes. Zufügung eines Ab-feldes ist zur Ermöglichung schnell Zugfolge ebenfalls zweckmäfsig. Wird hierauf weniger, dag mehr Wert auf Ermäfsigung der Baukosten gelegt, so k man das Ab-feld fortlassen und wie bisher die Abgabe Ea_2 erst nach der Entblockung des Endfeldes E zulas Der Kopf der Verschlufstafel gestaltet sich dann nach Abb. 6, Taf. 38. Zur weiteren Vereinfachung der Anlage empf es sich aber auch hier, auf die Möglichkeit der sofortigen R gabe einer nicht zu benutzenden Erlaubnis Ea_2 zu verzicl Man erspart dann gegen die Bauart von 05 zwei Blockfe zwei Aufsenleitungen, die Zwischenhebel und die Umsc vorrichtung und kommt mit der einfachen Schaltung Abl Taf. 38 aus. Auch die Wechseltastensperre zwischen Ta und Taste 1/2 fällt weg.

Riffelbildungen an Eisenbahnschienen.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Saller.

Es gibt mindestens fünf Erklärungsversuche für die Riffelerscheinungen. Die umstrittenste von ihnen ist wohl die, die die Riffelbildung auf den Walzvorgang zurückführen will. Die einen wollen die Riffelbildung mit der Beschaffenheit der Schienenlauffläche, die bei der Herstellung der Schienen im Walzvorgang ungleichartig werde, in Beziehung bringen. Man weist daraufhin, dafs der aus dem Tiefofen kommende Stahlblock im Blockwalzwerk mittels kannelierter Walzen zu einem Halbfabrikat (Vorblock) gestreckt wird, das ein zahnstangenartiges Aussehen erhält und man glaubt, hiervon die oft überraschende Regelmäfsigkeit der Riffeln ableiten zu müssen. Von anderen, namentlich Walztechnikern, wird die Möglichkeit dieser Ann bestritten.

Bei dieser Lage der Sache mag ein Fall von Bedeu sein, bei dem der Zusammenhang des Auftretens von R zwar nicht mit dem Walzen selbst, aber doch mit dem Ri der Schienen unzweideutig festgestellt werden konnte.

Auf der Strecke Limburg—Niederlahnstein wurden heurigen Gleisumbau Schienen S 49 von verschiedenen Hü werken durcheinander verlegt. Dabei zeigte sich gleich vornherein ein ganz eigenartiges Verhalten der Schienen bestimmten Hüttenwerkes. Während die anderen Schienen

einzigen Laufstreifen längs der Mitte der Schienenkrone
en, wiesen die betreffenden Schienen zwei Laufstreifen,
erseits der Mitte, auf. Eine genauere Untersuchung zeigte,
die Lauffläche nicht genügend gerundet (Vorschrift R = 200 m),
ern zu flach war. Der doppelte Laufstreifen war damit
durch das bekannte Vorhandensein des sog. falschen Flansches
en Radlaufflächen erklärt. Aber die betreffenden Schienen
en noch eine andere, möglicherweise mit der vorbeschriebenen
ntümlichkeit zusammenhängende, weit auffälligere Er-
nung, die von allem Anfang an einen Zusammenhang mit
Walzvorgang vermuten liefs, wenn auch
Nachweis erst nach längeren Forschungen und
durch eine zufällige Beobachtung gelang.
bezeichneten Schienen zeigten unmittelbar
dem Einlegen Riffelerscheinungen (Abb. 1)
zwar traten diese Riffeln so schnell auf, dafs
ft schon nach dem ersten Zuge oder nach
gen Zügen in unzweideutiger Form vorhanden
n. Dabei beschränkten sich die Riffeln in auf-
er Weise nur auf die Schienen des einen Werkes,
fs man schon auf grofse Entfernung einfach
dem Vorhandensein dieser klar hervor-
nden Riffeln die Herkunft der Schiene an-
n konnte. Die Riffeln waren sehr scharf
vollständig gleichmäfsig ausgebildet. Auf
Länge wurden immer $36^3/_4$ Riffeln gemessen,
hviel wo an der Strecke die Messung vor-
mmen wurde. Nur vom Stofs beiderseits
? cm setzten die Riffeln aus oder jedenfalls
n sie auf diese Länge immer gleich wieder
scht. Die Riffeln verschwanden zum Teil
wieder, namentlich am äufseren Strang
Krümmungen, wo sie offenbar durch den
lupf« der Räder bald abgeschliffen wurden.
nderen Stellen hielten bzw. halten sie sich
.

Man vermutete, dafs die Riffeln auf Torsions-
ingungen der Radsätze zurückzuführen seien.
inen regelmäfsigen Wagenradsatz bei unabgedrehtem Reifen
hnete Dr. Ing. Geiger, Augsburg, die Torsionseigen-
ngungszahl zu 3000/Min., für den bis an die äufserste Grenze
drehten Reifen zu 4170/Min. Das hätte bei einem Lauf-
urchmesser von 1000 mm und einer Zuggeschwindigkeit von
36 km/St., d. h. 10 m in der Sekunde, schon einen Riffel-
nd von 0,2 m bei neuen und 0,143 m bei abgedrehten
n ergeben. Bei 72 km St. Geschwindigkeit wären die
nen Werte 0,4 m bei neuen und 0,286 m bei abgedrehten
n gewesen. Da der wirkliche Abstand der Riffeln aber nur

$\frac{}{5}$ = 5,45 cm war, so war ein Zusammenhang der Riffeln mit
onseigenschwingungen des Radsatzes nicht anzunehmen.

Die Vermutung, dafs die Riffeln vom Walzverfahren herrührten, lag nahe, aber die Gewifsheit brachte die mehr zufällige Entdeckung, dafs sich die Riffeln genau in gleicher Zahl $36^3/_4$ auf 2 m, auch an den Köpfen der neuen, noch nicht verlegten Schienen des betreffenden Werkes beobachten liefsen, wenn auch die Klarheit der Erscheinung hier durch den Rost stark verwischt war und erst durch etwas Abschaben mit Glasscherben einigermafsen heraustrat. Die Schwierigkeit, hier die Riffeln genau nachzuzählen, führte zu der überraschenden Entdeckung, dafs die Riffeln genau in der gesuchten Form, $36^3/_4$ auf 2 m, sich

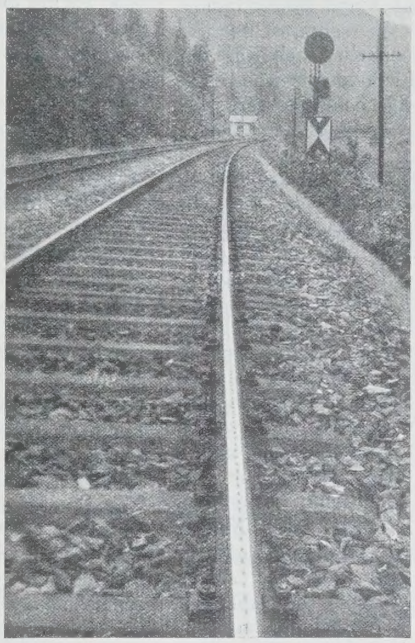


Abb. 1.
Riffeln in der verlegten Schiene.

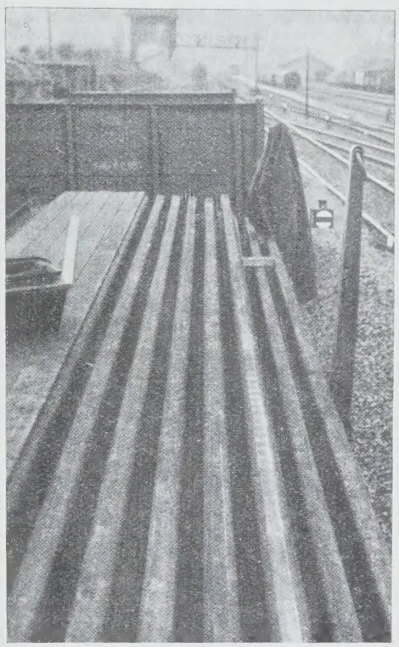


Abb. 2. Riffeln in der neuen, noch nicht verlegten Schiene.

auch an den beiderseitigen Oberseiten des Schienenfufses der noch nicht eingebauten, neuen Schienen und zwar hier recht deutlich beobachten liefsen (Abb. 2). Damit war für die Walztechniker die Ursache klar; sie konnte nur auf den Richtvorgang, bzw. auf Schwingungen einer Richtrolle der Rollenrichtmaschine im Walzwerk zurückgeführt werden. Damit war es auch erklärt, dafs die Riffeln an den beiden Schienenenden auf ein gewisses Stück ausgesetzt hatten. Hier griffen die Richtrollen noch nicht an.

Das Ergebnis ist offenbar wissenschaftlich nicht unwesentlich. Es ist meines Wissens bisher noch kein gleich deutlicher Nachweis erbracht worden, dafs die Schienen den Keim der Riffeln schon vom Walzwerk mit sich bringen können.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

Rissebildungen an Wagenachsen.

Im Organ 1925, S. 407, ist an Hand russischer Beobachtungen
igenartige, am Nabensitz ringförmig dem ganzen Umfang nach
ufende Risse an Wagenachsen aufmerksam gemacht worden.
mische Beanspruchungen, vor allem infolge von Stöfsen, die
Schienenstofs herrühren und deren Stärke von der Zug-
windigkeit, der Gröfse der Stofslücken und der Schienen-
tände, sowie von der Härte der Wagenfedern abhängt, sind als
nutmafslichen Ursachen angegeben worden, da allein durch
ide Beanspruchung die Erscheinung nicht erklärt werden kann.
rgan 1926, S. 34/35 konnte von deutschen Bahnen über ganz
che Fälle berichtet werden.

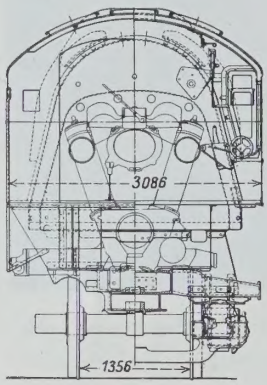
In den Grundzügen der technischen Schwingungslehre von Prof. Dr. Ing. O. Föppl, Berlin 1923, Verlag Springer, S. 109, findet sich unter „Schwingungsfestigkeit und Schwingungsrisse" die Erscheinung an Hand einer bezeichnenden Abbildung als Schwingungsbruch erklärt. Föppl behandelt erst Schwingungsbrüche, die von einer Stelle des Achsumfanges sich halbkreisförmig von einer Stelle nach dem Inneren ausdehnen, wenn die Überanstrengungen sich immer an gleicher Stelle und in gleicher Richtung wiederholen. Wenn dagegen ein Bruch an einer Stelle usw nach mehrjährigem Betrieb auftritt, so sieht der Dauerbruch oft wesentlich anders aus. „Es hat sich oft ein ringförmiger Einrifs gebildet, der rings um den Zapfen herumläuft. Diese Art des Ein-

reifsens kommt durch Stöfse zustande, die an dem Maschinenteil bei besonders ungünstigen Belastungsverhältnissen plötzlich auftreten und bei denen jeweils die Stelle einreifst, die im Augenblick des Stofses gerade die gröfste Belastung auszuhalten hat. Die vielen sich wiederholenden Stöfse, die schliefslich den Bruch herbeiführen, werden je nach der augenblicklichen Zapfenstellung bald die, bald jene Stelle überanstrengen. Die Folge davon ist, dafs der Rifs den ganzen Umfang des Zapfens überzieht." Dafs bei den im Eisenbahnbetriebe bestehenden Verhältnissen die Grundbedingungen für das Auftreten solcher ringförmiger Dauerbrüche gegeben sind, leuchtet ohne weiteres ein. Föppl macht noch darauf aufmerksam, dafs derartige Brüche in der Versuchsanstalt künstlich mit dem Kruppschen Dauerschlagwerk, bei dem der Probestab durch Stöfse immer wieder an anderen Stellen des gefährdeten Querschnitts überangestrengt wird, erzielt werden können. Er macht auch auf ein sammetartiges feinkörniges Gefüge des Schwingungsbruchs zum Unterschied von den groben Flächen des Zerreifsbruches aufmerksam.

Dr. Saller.

2 C 2 - h 2 Personenzuglokomotive der New York Central Bahn.

Am 14. Februar d. Js. wurde in Schenectady die erste in Amerika gebaute 2 C 2 - Lokomotive und die zweite überhaupt gebaute Schlepptender-Lokomotive dieser Achsanordnung von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft feierlich an die Bestellerin, die New York Central Bahn, abgeliefert. Die erste und bisher einzige Lokomotive dieser Bauart war die bekannte im Jahr 1911 in nur zwei Stück für die französische Nordbahn gebaute Versuchslokomotive mit Wasserrohrkessel, deren Hauptabmessungen des Vergleichs halber weiter unten mit den Abmessungen der neuen amerikanischen Lokomotive zusammengestellt sind. Die neue Lokomotivbauart hat in Amerika den Namen „Hudson-Type" erhalten, trotzdem die Lokomotive der Nordbahn seiner Zeit in Anlehnung an die üblichen amerikanischen Bezeichnungen in Europa schon als Baltic-Type bezeichnet wurde. Man scheint demnach in Amerika den früheren Eingriff der alten Welt in die amerikanische Namengebung gar nicht anzuerkennen.

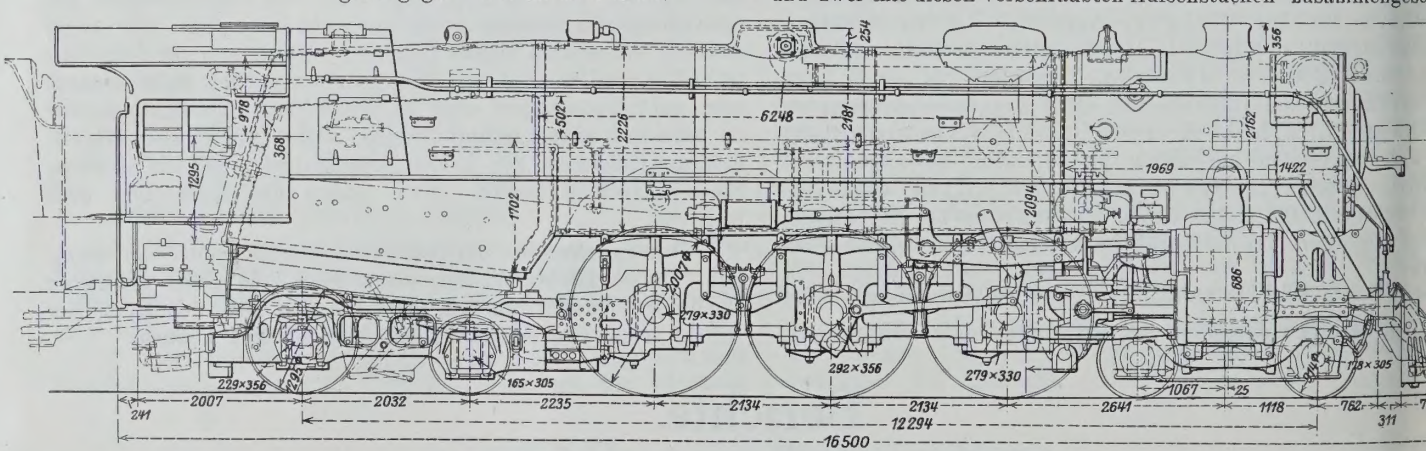


theoretische Untersuchungen einfach zu verallgemeinern. Es kann tatsächlich bezweifelt werden, ob die immer mehr ins Mafslose gehende Vergrösserung der Feuerbüchse zur „Hochleistungsfeuerbüchse" selbst bei den vierfach gekuppelten Lokomotiven nicht allmählich über das Erforderliche hinausgeht. Vor allem ist dies der Fall bei den Zweizylinderlokomotiven, wo bei den z. Zt. noch üblichen Kesseldrücken die Zylinder gar nicht mehr die entsprechenden Abmessungen erhalten können, so dafs — besonders bei einer ausgesprochenen Schnellzugslokomotive — nur noch ein unwirtschaftliches Fahren mit grofsen Füllungen möglich ist.

Nach den Angaben der Baufirma soll die neue Lokomotive eine gröfste Zugkraft von 24 000 kg entwickeln; davon entfallen rund 5000 kg auf die Hilfsmaschine, den „Booster", die an der Hinterachse des Schleppgestells eingebaut ist. Das zweiachsige Schleppgestell ist mit den drei Kuppelachsen in ähnlicher Weise wie das bisher einachsige Delta-Schleppgestell durch Ausgleichhebel verbunden; die Lokomotive ist also in vier Punkten gelagert. Im übrigen hat überhaupt mehr Rücksicht auf gleichmäfsige Achsbelastung genommen worden sein als bisher; auch das Gewicht der hin- und hergehenden Massen ist möglichst niedrig gehalten, um den Oberbau zu schonen.

Der Kessel bietet neben seiner Gröfse nicht viel besonderes. Der Stehkessel zeigt die übliche amerikanische Form, eine Verbrennungskammer ist bei der gewählten Achsanordnung naturgemäfs nicht erforderlich. Merkwürdigerweise ist die Stehkesselvorderwand unten nach hinten abgekröpft, ohne dafs für eine solche, im allgemeinen doch nur als Notbehelf zu betrachtende Ausführung ein sichtbarer Grund vorliegt. Der Kleinrohrüberhitzer besteht aus 182 Überhitzerschlangen; die sonst im Führerhaus befindlichen Kesselausrüstungsteile — Armaturstutzen, Strahlpumpen u. ähnl. — sind unter einer besonderen Verkleidung vor demselben untergebracht. Der Vereinregler sitzt am Überhitzerkasten und ist leicht zugänglich, weil der darüber liegende Teil der Rauchkammerdecke als Deckel ausgebildet ist. Der Elesco-Vorwärmer — entsprechend etwa der Knorrschen Bauart — ist wie bei den Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn vorn in der Rauchkammer querliegend eingebaut. Die früher übliche Bauart, bei welcher der Vorwärmer vorn über der in Amerika ja verhältnismäfsig kleinen Rauchkammertür lag, ist aufgegeben und zwar wegen des schlechten Aussehens, verlassen worden. Auch sonst ist mehr Wert auf das Äufsere gelegt worden als bisher; vor allem sind die Rohrleitungen sorgfältiger verlegt. Die Luft- und Wasserpumpe sitzen rechts und links oberhalb der vordersten Laufachse.

Die Rahmenwangen sind in üblicher Weise aus einem Mittelstück und zwei mit diesen verschraubten Aufsenstücken zusammengesetzt.



2 C 2 - h 2 Personenzuglokomotive der New York Central Bahn.

Die neue „Hudson-Typ" - Lokomotive, als Weiterentwicklung der 2 C 1 - Lokomotive, stellt an sich keine Besonderheit mehr vor, nachdem die Lima-Werke im vergangenen Jahr schon eine ganze Reihe von 1 D 2 - Lokomotiven gebaut haben und auch schon eine 2 D 2 - Lokomotive läuft. Andererseits sind aber bei der dreifach gekuppelten Lokomotive die Verhältnisse insofern anders, als hier wahrscheinlich bei den in Amerika üblichen Schleppachsdrücken für die Unterbringung einer angemessenen Feuerbüchse eine einzige Schleppachse für alle Fälle ausgereicht hätte. Man scheint aber in Amerika leicht geneigt zu sein, jede Neuerung, die sich irgendwo bewährt zu haben scheint, ohne Nachprüfung und ohne tiefschürfende

Die Zylinder sind aus Stahlgufs; sie haben Heusinger-Steuerung. An besonderen Einrichtungen ist vor allem die Einrichtung zur selbsttätige Zugbeeinflussung zu erwähnen.

Die Lokomotive wurde in aufserordentlich kurzer Zeit fertiggestellt. Am 28. Januar wurde der Kessel, am 1. Februar die Hauptrahmen und am 2. Februar die Zylinder in die Richtha geliefert. Am 8. Februar machte die zusammengebaute Lokomotive schon ihre Versuchsfahrt und am 9. Februar wurde sie vollen fertiggestellt und lackiert. Die New York Central Bahn will zunächst ausgedehnte Versuchsfahrten mit der neuen Lokomotive vornehmen, später soll sie die am raschesten fahrenden Expreſszüge

„Twentieth Century Limited“, den „Empire State Expreſs“, den troiter“ u. ähnl. befördern.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive, verglichen mit denen Nordbahn-Lokomotive, sind:

	2 C 2 - h 2 Lokom. der New York Central Bahn	2 C 2 - h 4 V Lokomotive der Franz. Nordbahn	
selüberdruck p	15,8	16,0	at
nderdurchmesser Hochdruck d	2 × 635	2 × 440	mm
„ Niederdruck d_1	—	2 × 620	„
penhub h	711	640/730	„
selmitte über Schienenoberkante	3073	—	„
seldurchmesser, gröfster aufsen	2226	—	„
erbüchse: Länge × Weite . .	3302 × 2292	—	„
rohre: Anzahl	19 und 37	34 und 97	Stck.
„ Durchmesser	89 und 57	50/55 und 60/65	mm
chrohre: Anzahl	182	27	Stck.
„ Durchmesser . . .	89	125/133	mm
rlänge	6248	6000	„
fläche der Feuerbüchse (mit ragrohren)	26,8	19,1	m^2
fläche der Rohre	390,2	296,6	„
„ des Überhitzers . . .	182,0	70,0	„
„ — im ganzen — H .	599,0	385,7	„
fläche R	7,6	4,28	„
chmesser der Treibräder D .	2007	2040	mm
„ „ Laufräder, vorn	914	—	„
„ „ „ hinten	vorn 914, hinten 1295	—	„
sstand der Kugelachsen (fester chsstand)	4268	4300	„
sstand des vorderen/hinteren rehgestells	2185/2032	—	„
zer Achsstand der Lokomotive	12294	12600	„
zer Achsstand der Lokomotive nschl. Tender	23203	—	„
ungsgewicht G_1	82,0	54,0	t
stgewicht der Lokomotive G	156,0	102,0	„
stung des vorderen/hinteren rehgestells	29/45	24/24	„
stgewicht des Tenders . .	94,5	—	„
at an Wasser	37,9	—	m^3
„ Brennstoff	16,5	—	t
. . . . .	78,5	90,0	—
. . . . .	3,83	3,8	m^2/t
1	7,3	7,15	„

(Railway Age 1927, 1. Halbj., Nr. 8.) R. D.

r Wagenpark der Internationalen Schlafwagengesellschaft.

Am 4. Dezember 1876 als Fortsetzung eines älteren Unter- ens gegründet, konnte die Compagnie Internationale des ons-Lit et des Grands Express Européens Ende 1926 auf ein igjähriges Bestehen zurückblicken. Aus diesem Anlafs hat sie Festschrift erscheinen lassen, die neben einer Entwicklungs- ichte des Verkehrs, der von der Gesellschaft bedient wird, eine Schilderung ihres Wagenparks enthält. Ihr erster Wagen, ird darin berichtet, war etwa 9 m lang und wog bei 12 Plätzen Die Regelform ihrer heutigen Schlafwagen ist 23,45 m lang, 56 t, also 6,2 mal soviel wie jener, hat aber nur vier Plätze . Zwischen beiden liegt ein gewaltiges Stück Geschichte des bahnwesens, insbesondere des Eisenbahnwagenbaus, an dessen icklung die Schlafwagengesellschaft verdienstvollen Anteil hat. nders bemerkenswert ist die grofse Zunahme des auf einen nden entfallenden Raumes und Gewichts, ein Mafsstab für die emlichkeit, die dem Fahrgast damals geboten wurde und ihm geboten wird.

Der Schlafwagen der siebenziger Jahre hatte drei Achsen, drei le mit Seitentüren, die durch einen Längsgang miteinander in Verbindung standen. In jedem Abteil standen zwei Lehnstühle, die nachts zu einem Bett zusammengeschoben wurden. Das obere Bett wurde durch Niederklappen der Liegefläche geschaffen, ein Beispiel dafür, dafs die erste Lösung einer Aufgabe die richtige gewesen ist.

Die Schlafwagengesellschaft nimmt für sich den Ruhm in Anspruch, das Drehgestell in Europa eingeführt zu haben. Von 188) an wurden ihre Wagen mit Drehgestellen gebaut. Sie enthielten drei Abteile zu vier Plätzen und vier Abteile zu zwei Plätzen. Ein Gang lief durch die ganze Länge des Wagens. Gleichzeitig mit diesen Wagen wurden die ersten Speisewagen in den Betriebsmittelpark der Gesellschaft eingestellt. Sie waren allerdings nur geliehen und wurden so eingerichtet, dafs die Reisenden darin Mahlzeiten aus Körben verzehren konnten. Eine Küche hatten sie noch nicht; deren Einbau war der nächste, bald gemachte Fortschritt. Diese Speisewagen hatten immer noch drei Achsen, es konnte aber nicht ausbleiben, dafs man alsbald auch Speisewagen auf Drehgestellen baute. Sie hatten neben einer Küche und einem Dienstraum zwei Speiseräume zu 12 und 24 Plätzen.

Die Zunahme des Verkehrs von Zügen der Schlafwagengesellschaft in den neunziger Jahren gab Anlafs zum Bau neuer Wagen, Schlafwagen mit 18 und Speisewagen mit 42 Plätzen. Dazu kamen noch Packwagen, ebenfalls auf Drehgestellen, mit Innenräumen für Gepäck, Vorräte und Postgut.

Besondere Wagen wurden für Rufsland und Ägypten gebaut, erstere mit Vorrichtung zum Schutz gegen Kälte, letztere dagegen mit Wärmeschutz.

Jede neue Bauart der Wagen wies Verbesserungen gegen die vorhergehende auf. So ging man von 1894 bis 1914 von der Beleuchtung mit Rüböl zur Gasbeleuchtung über, und diese wiederum wurde durch elektrisches Licht verdrängt. Die Schlafabteile mit vier Plätzen wurden abgeschafft. Die Zahl der Waschräume wurde so vermehrt, dafs auf je vier Reisende ein solcher Raum entfiel. Die Länge der Wagen nahm bis zu 23,45 m, über die Puffer gemessen, zu; damit hatte sie ein Mafs erreicht, das alle anderen Eisenbahnwagen übertraf.

Der Krieg zwang zunächst zur Einstellung des Betriebs der Schlafwagengesellschaft, schon im November wurde er aber in Frankreich und bald danach in Italien in beschränktem Umfang wieder aufgenommen, und nach dem Kriege machte die Gesellschaft lebhafte Anstrengungen, um ihren alten Verkehr wieder auf- und weiter auszubauen. Eine Neuerung waren dabei die Ganzmetall-Schlafwagen, die von 1922 an eingeführt wurden. Die Länge von 23,45 m wurde beibehalten. Die Drehgestelle haben einen Zapfenabstand von 16 m. Während zum Bau der älteren Drehgestelle auch Holz verwendet wurde, sind die neueren natürlich ganz aus Eisen. Auf einen Radstand von 2,5 m ist ein solcher von 3 m gefolgt. Die neuesten, nach einem Entwurf der Schlafwagengesellschaft in Amerika gebauten Drehgestelle haben einen in einem Stück gegossenen Stahlrahmen von grofser Steifigkeit.

Der Aufbau wird von einem Mittelträger in Kastenform, der aus Blechen und Winkeleisen zusammengesetzt ist, getragen; er stützt sich an den Enden gegen ein Gufsstück aus Stahl; so sind die Kopfschwellen, die den Drehzapfen aufnehmende Querschwelle, die Längsträger und die Stofsvorrichtungen zu einem Stück verbunden. Der Aufbau besteht aus sehr steifen Fachwerks-Längsträgern, die im unteren Teil mit 4 mm starken Blechen verkleidet sind; im oberen Teil bilden die Bleche zugleich die Rahmen der Fenster. Das Dach aus dünnem Blech wird von gekrümmten Winkeleisen getragen. Es ist ebenso wie die Aufsenwand mit einer wärmeschützenden Schicht bekleidet. Die Zugvorrichtungen sind für eine Beanspruchung mit 70 t entworfen.

Auf eine geschmackvolle Innenausstattung ist besonderer Wert gelegt. Die Wagen enthalten acht Abteile zu einem Platz und vier Abteile zu zwei Plätzen. Die Einzelabteile enthalten Waschvorrichtungen; zwischen je zwei ist noch ein besonderer Waschraum eingebaut. Diese Wagen verkehren im sogenannten „Train bleu“, der Calais und damit England mit der Riviera verbindet.

Im Sommer 1925 beginnend wurden auch Ganzmetall-Speisewagen in den Betriebsmittelpark der Schlafwagengesellschaft eingestellt, und zwar solche mit 42 und 56 Plätzen. Der Zunahme dieser Zahl entsprechend, mufste auch die Küche vergröfsert werden, die in den neueren Wagen ein Ausmafs von 7 m^2 hat. Die Schränke, zum Teil mit Eiskühlung, können Vorräte für mehrere hundert Mahlzeiten aufnehmen.

Die neueste Leistung der Schlafwagengesellschaft auf dem Gebiete des Wagenbaus sind die Pullmanwagen, die den Reisenden am Tage solche Bequemlichkeiten bieten sollen, wie es die Schlafwagen in der Nacht tun. Man braucht nicht mehr zur Einnahme der Mahlzeiten in den Speisewagen zu gehen, sondern das Essen wird den Reisenden, die auf Lehnstühlen sitzen und einen Tisch vor sich haben, an ihren Platz gebracht. Je zwei Wagen bilden eine Einheit; einer von ihnen enthält die Küche, von der aus beide Wagen bedient werden. Solche Wagen laufen bis jetzt im Süd-Expreſs und im „Flèche d'Or“ (Paris-Calais). In dem Wagen mit Küche für den Süd-Expreſs bleibt noch Raum für 18 Plätze, von denen 12 im Hauptraum untergebracht sind; aufserdem sind zwei kleine Abteile mit vier und zwei Plätzen vorgesehen. Im Flèche d'Or ist die Einteilung etwas anders; 24 Plätze sind hier auf zwei grofse Räume mit acht und zwölf Plätzen und ein Abteil mit vier Plätzen verteilt. Ebenso bestehen kleine Unterschiede in Wagen ohne Küche, die in dem einen Zug 24, im anderen 32 Plätze haben.

Die Schlafwagengesellschaft sorgt nicht nur für die Reisenden 1. Klasse. Schon früher hat sie in Polen, in der Tschechoslowakei, in Dänemark und in den Randstaaten des ehemaligen russischen Reichs Schlafwagen 2. und 3. Klasse verkehren lassen, und neuerdings werden auch Pullmanwagen 2. Klasse gebaut. Die Lehnstühle sind in ihnen durch Polsterbänke ersetzt. Auch bei ihnen bilden je zwei Wagen eine Einheit, die 89 Plätze hat.

Die Unterhaltung ihrer Wagen hatte die Schlafwagengesellschaft zunächst den Eisenbahngesellschaften überlassen, mit denen sie im Vertragsverhältnis stand. Grofse Instandsetzungen wurden in den Wagenbauanstalten ausgeführt. Man erkannte aber bald, dafs es vorteilhafter wäre, diese Arbeiten selbst in die Hand zu nehmen, und so wurden dann, 1881 beginnend, Werkstätten in Saint-Ouen bei Paris, in Marly-les-Valenciennes, in Rom und in Irun errichtet. 1892 gründete die Schlafwagengesellschaft die Compagnie Générale de Construction in Saint-Denis und überwies ihr die Werkstatt Marly in der dann neben Instandsetzungsarbeiten auch Neubauten vo genommen wurden. Die Werkstätten arbeiteten so vorteilhaft, da der Werkstättendienst der Schlafwagengesellschaft in der Folgeze weiter ausgebaut wurde. 1898 wurde die Werkstatt Slykens b Ostende, 1902 Zossen errichtet, 1903 Wien. In den dem Krie vorangehenden Jahren folgten für die Anforderungen des in Frankreic stark zunehmenden Luxus- und Schlafwagenzugverkehrs die grofs Werkstätte St. Denis, später Mailand und infolge der Ausdehnun des Balkanverkehrs Budapest.

Die Änderungen, die die Nachkriegszeit im Lauf der Schla wagen- und Luxuszüge mit sich brachte, gab auch Anlafs zu Un stellungen im Werkstättendienst. Neue Anlagen zur Unterhaltun wurden in Prag, Bukarest und Warschau geschaffen. Die Au dehnung des französischen Verkehrs führte zum Bau einer neuzei lichen Werkstatt in Villeneuve-Saint-Georges bei Paris, bestehen aus einer Haupthalle von 250 m Länge mit acht Gleisen, ein Wäschereinigungsanstalt für 12000 Stück Tagesleistung, mit grofse Vorratsräumen und Werkstätten, und einer Halle für die rege mäfsige Durchsicht der Wagen, in der der Dienst so eingerichtet is dafs früh eintreffende Wagen schon abends wieder ausfahren könne

Im ganzen besitzt die Schlafwagengesellschaft 13 im Betrie befindliche Werkstätten mit 219 Arbeitsplätzen unter Dach. D Belegschaft umfafst 2400 Köpfe. Aufserdem werden für kleine Instandsetzungsarbeiten an den im Betrieb befindlichen Wagen, d auf den Bahnhöfen und in den Abstellgleisen ausgeführt werde noch 300 Arbeiter beschäftigt.

Die Zahl der Fahrzeuge der Schlafwagengesellschaft überstei 2000. Von diesen sind 255 ältere auf neu umgebaut worden, u bei einer gleichen Zahl ist ein solcher Umbau im Gange. Ande sind vollständig erneuert worden. 330 Wagen neuester Bauart sin bereits geliefert, und weitere 242 sind im Bau. Wernekke.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Lichtsignale auf französischen Bahnen.

Die Lichtsignalgebung bei Tag und Nacht wird in Frankreich auf verschiedenen Bahnlinien in der Nähe von Paris seit einigen Jahren mit Erfolg durchgeführt. Es ist gelungen, diese Art der Signalgebung dadurch wirtschaftlich zu gestalten, dafs als Lichtquelle elektrische Lampen mit verstärkter Lichtwirkung verwendet werden. Das System besteht in der Hauptsache aus zwei gezahnten, hintereinander liegenden Linsen, deren Gesamtstärke in der Mitte u am Rande annähernd gleich ist. (Abb. 1.)

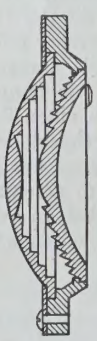


Abb. 1.
Schnitt durch ein optisches System mit zwei gezahnten Linsen.

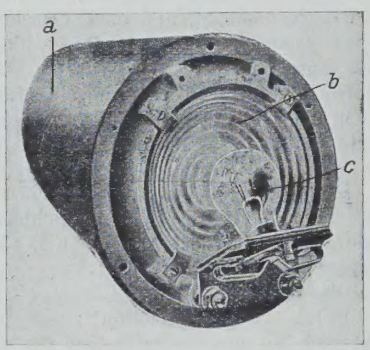


Abb. 2. Tageslichtsignal.
Ansicht von rückwärts.
a) Blende, b) Linsensystem, c) Anordnung der Beleuchtungskörper.

Durch Anwendung dieses Systems werden gute, farbige Signa bilder erzielt. Die Lichtstrahlen, die in der Nähe der Brennpunk achse austreten, werden nur schwach absorbiert. Bei sehr klare Wetter sind die Signalbilder am Tage auf mehr als 600 m einwan frei sichtbar. Die Lichtsignale können, eine zuverlässige elektrisch Stromquelle vorausgesetzt, überall die mechanischen ersetzen.

Zur Verwendung gelangen Lampen von 16 Watt bei nur 8 V Spannung mit 2 parallel geschalteten Fäden, so dafs beim Bruch ein Fadens der andere noch Licht gibt. Das Brennen der Lampen wird v der Signalbedienungsstelle durch Kontrollampen überwacht. Die erlöschen, wenn die Lichtstärke auf die Hälfte der vorgeschrieben herabsinkt (z. B. beim Auslöschen einer der beiden Signallampe Zum Abhalten der Sonnenbestrahlung sind Blenden angebracht. D Art der Ausführung der Lichtsignale ist aus Abb. 2 ersichtlic Jedes Signal wird bei Tag und Nacht dem Führer durch eine Numm gekennzeichnet, die durch eine Petroleumlampe („Positionslampe beleuchtet wird. Die Brenndauer dieser Lampen beträgt mehre Tage. Die Vorteile der Lichtsignalgebung gegenüber der mechanisch sind folgende:

1. Sie sind Störungen weniger ausgesetzt.
2. Die Signalbilder sind immer eindeutig.
3. Bei Nebel sind sie aus dreimal so grofser Entfernung sichtb
4. Mehrere Signale können auf einen gemeinsamen Mast a gebracht werden.
5. Die Unterhaltungskosten sind geringer.

(Bulletin, Februar 1927.) Scherer.

Buchbesprechungen.

Archiv für Eisenhüttenwesen. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute gibt im Verlag „Stahleisen“ Düsseldorf seit Juli dieses Jahres ein monatlich erscheinendes Archiv für das Eisenhüttenwesen heraus.

Es ist dazu bestimmt, die wertvollen Ergebnisse der Gemeinschaftsarbeit der Fachausschüsse einschliefslich der Wärmestelle des Vereins, die bisher den Werken und der breiteren Öffentlichkeit nur in Form von einzelnen Berichten zugänglich gemacht wurde, in zusammengefafster Form und in regelmäfsiger Folge zu bringen, während die Zeitschrift „Stahl und Eisen“ die grofsen Linien d allgemeinen Entwicklung des gesamten Eisenhüttenwesens behande soll. Bemerkenswert ist die äufsere Form der neuen Zeitschri Die einzelnen Fachberichte sind für sich geheftet und beginn jeweils auf der rechten Seite. Dadurch ist es möglich die He auseinanderzunehmen und die einzelnen Berichte nach Fachgrupp geordnet für sich aufzubewahren. Das neue Archiv stellt jedenfa zusammen mit der Zeitschrift „Stahl und Eisen“ die Quintesse des Wissens und Forschens auf dem Gebiet des Eisenhüttenwesens d

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

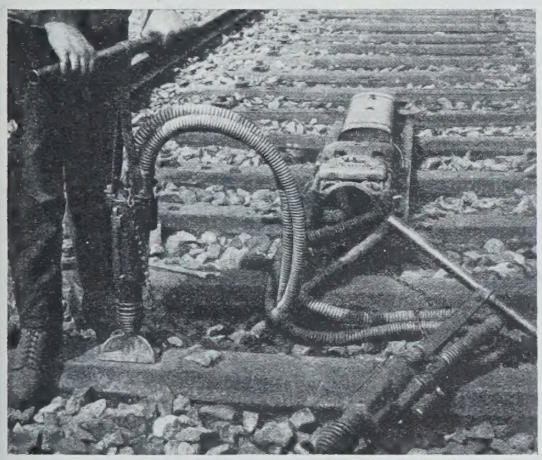
rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
riftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
Jahrgang 15. November 1927 Heft 21

Verlegen des Reichsoberbaues mit Füllkästen nach dem Hannoverschen Verfahren.

Von Oberbahnmeister Blohme, Hannover.

Bei der Abwicklung des steigenden Eisenbahnverkehrs der Erhöhung der Achslasten und Fahrgeschwindigkeiten nan bestrebt, für die Erneuerung der Gleisstränge den ehr an möglichst wenig Stellen zu gleicher Zeit zu unter- nen und das neu verlegte Gleis gegen die schweren Achs- ke von Anfang an gleich so weit zu unterstützen, dafs ame Fahrt an der Umbaustrecke nicht mehr nötig ist. darf das neue Gleis keinen Schaden durch das Befahren den. Um dies zu erreichen, müssen die Schwellenhohlräume dem ersten Befahren voll und fest mit Schotter angefüllt

Beim Reichsoberbau B 49 mit den 100 mm hohen ellen war namentlich an den breiten Stofsschwellen ein ches Vollstopfen der Schwellen vor dem ersten Befahren schlossen. Die Direktion Oldenburg hatte seit 1915 versucht, Schotterkörper, der im Hohlraum der Schwelle sitzt, vor Verlegen der Schwelle in Brettformen, die auf die ein- nete Bettung gelegt wurden, einzustampfen und die Schwellen



1. Zum Stampfen umgebaute Kruppsche Gleisstopfmaschine.

liesen gestampften Körper, nach Abnahme der Brettform, end aufzulegen. Diese Art der Stampfung hatte aber den teil, dafs die Höhen- und Seitenrichtung des verlegten es nicht zwangsläufig festgelegt war. Auch war die Brettform Hohlraum der Schwelle nicht genau angepafst. Die Stampfung Schotters erfolgte mit Handstampfern. Das »Hannoversche ahren«, das im Nachstehenden näher beschrieben wird, ist er Idee dem Oldenburger angelehnt. Die Stampflehren kästen) werden nicht auf die eingeebnete Bettung gelegt, rn auf Schienen gehängt, die in Richtung und Höhe seitlich erstellbare Unterlagen genau ausgerichtet sind. Anstatt Handstampfung wird mit Maschinen gestampft, nachdem stellt wurde, dafs die Handstampfung ungleichmäfsig wurde, die Arbeiter beim Stampfen erschlafften. Als Stampfmaschine ie Kruppsche Gleisstopfmaschine hergerichtet (s. Abb. 1). erste Versuch mit dieser Maschine wurde auf der Strecke over—Bremen gelegentlich einer Arbeitsausführung nach Handstampfverfahren ausgeführt. Es stellte sich heraus, die mit der Maschine gestampften Schwellenlager sich oder gar nicht setzten, während die mit der Hand gestampften Schwellen sich ungleichmäfsig bis 2 cm und mehr setzten. Die Folge davon war, dafs die mit Maschine gestampften Schwellen im Gleis einen Buckel bildeten, da sich die maschinell gestampften Schwellen unmerklich setzten. Diese Buckel mufsten wieder ausgeglichen werden. Als Füllkästen sind statt der hölzernen eiserne eingeführt worden. Ebenfalls sind die hölzernen Unterlagen der Lehrschienen durch nach oben und seitlich verstellbare eiserne Richtböcke ersetzt worden, wodurch die Schablonen zum Einrichten der Holzklötze fortfallen (siehe Abb. 2). Bei Hindernissen an Bahnsteigen usw. werden Holzlehrschienen verlegt, die schnell abzuschneiden oder auszuparen sind (s. Abb. 5).

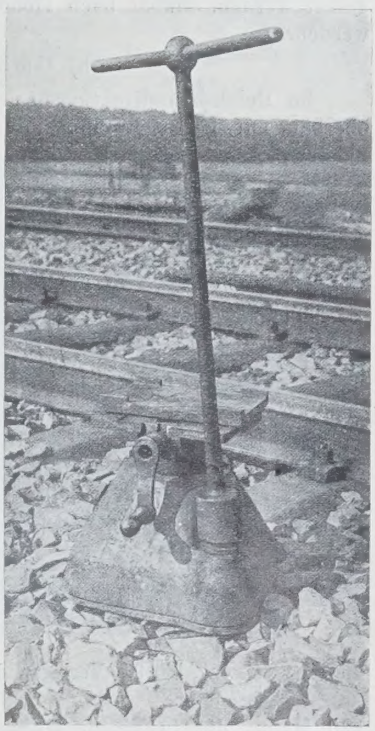


Abb. 2. Richtbock nach oben und seitlich verstellbar.

Der Füllkasten ist so ausgebildet, dafs die Schwelle zunächst hauptsächlich am Schienauflager aufliegt, damit sie hier auf jeden Fall gut gefüllt wird. Der Hohlraum des eisernen Füllkastens entspricht im übrigen dem Hohlraum der Schwelle. Das zunehmende Setzen des Gleises mufs in den ersten Tagen des Umbaues genau an Höhenpfählen beobachtet werden, damit danach die Höhenlage der neuen Schienen vor dem Umbau für das Ausrichten der Lehrschienen beim Weiterbau berücksichtigt werden kann. Es empfiehlt sich, das Sackmafs zunächst nicht zu grofs zu nehmen, damit das neue Gleis nicht zu hoch liegt. Bei Maschinenstampfung genügen meistens 5 mm. Ist der Rahmen vollgestampft, dann heben ihn zwei Mann sorgfältig ab und legen ihn für die nächste Schwelle zurecht. Weitere zwei Mann holen die Schwelle und legen sie vorsichtig auf das festgestampfte Schwellenlager auf, um sie dann mit leichten Stöfsen noch fester zu lagern. Dabei dürfen die Schwellen in der Nähe der Lochung keine Stöfse erhalten, um nicht Anrisse zu fördern. Wenn die Schwellen für eine Umbaulänge verlegt sind, werden die Schienen aufgesetzt und verschraubt. Damit ist das Gleis bei sachgemäfser Arbeit fertig zum Befahren und bedarf nur gelegentlicher Nachhilfe mit der Stopfhacke, falls das Stampfen bei einzelnen Schwellen nachlässig ausgeführt war oder die Bettung ungleichmäfsig fest ist. Umgebaut wird hier in Pausen von 30 Minuten und mehr. Die Höchstleistung betrug mit 87 Mann in einer achtstündigen Zugpause 750 m. Im vorigen Jahre wurden von der Umbaukolonne vom 19. Februar bis 30. November 52 km Gleis und 50 einfache Weichen umgebaut. In diesem Jahre wurde vom 7. März bis 30. Mai 20 km Gleis, zehn einfache Weichen und zwei Gleisverbindungen

bei 3,80 m Gleisabstand eingebaut. Im nachstehenden soll dieses Umbauverfahren näher erläutert werden.

a) Vorbereitung zum Umbau.

Soll eine Gleisstrecke nach dem Hannoverschen Verfahren mit Reichsoberbau auf Eisenschwellen umgebaut werden, dann sind vor der Umbaupause wie bei jeder Gleisunterbrechung die Vorbereitungen so zu treffen, dafs alle Arbeiten, die vorher gemacht werden können, auf das sorgfältigste ausgeführt werden. Zunächst sind vor dem Umbau sämtliche Schrauben im auszubauenden Gleis einzuölen und gangbar zu machen. Die einzubauenden Stoffe sind zu verteilen und so zu lagern, dafs sie beim Herausnehmen der Bettung und der alten Gleisstoffe nicht im Wege liegen oder verschmutzt werden. Um die richtige Lage und Höhe der Schwellen unbedingt sicherzustellen, müssen die Richtböcke, auf denen die einzubauenden Schienen als Lehren (Lehrschienen) beiderseits des bestehenden Gleises aufgelegt werden, sauber nach Höhen und Seitenrichtung verlegt werden.

b) Umbau.

Im Reichsbahndirektionsbezirk Hannover wird der Reichsoberbau auf Eisenschwellen mit einer Kolonne von 100 bis

Abb. 3. Verlegen der Richtböcke.

120 Mann, die in einem Wohnzug untergebracht wird, ausgeführt. Als technischer Leiter dieser Kolonne ist ein Oberbahnmeister oder Bauinspektor bestellt, dem fünf Rottenführer und ein Schreiber beigegeben sind. Diese Kolonne ist eingeteilt in den Vortrupp, den Umbau- oder Haupttrupp und den Nachtrupp. Der Vortrupp, unter Führung eines Rottenführers, ist bei täglicher Leistung von 400 bis 500 m 16 Mann stark und ist wieder eingeteilt in den acht Mann starken Lochtrupp, den vier Mann starken Richttrupp und den vier Mann starken Schraubentrupp. Der Lochtrupp hat für die Richtböcke die Löcher zu machen und den Steinschlag von den Schwellenköpfen des alten Gleises soweit zu entfernen, dafs die Lehrschiene nicht aufliegt. In gerader Strecke kommen drei Richtböcke unter die Schienenlänge, in Krümmungen bis vier, je nach Stärke der Krümmung, damit die Schienen in ihrer gekrümmten Lage gehalten werden. Von dem Lochtrupp arbeiten immer zwei Mann in einer Schienenlänge, so dafs vier Schienenlängen zugleich fertig werden. Die Einteilung der Richtböcke für die Lehrschienen wird mit der 15 m Schwellenteilungslatte am auszubauenden alten Gleis angezeichnet. Die Richtböcke werden von sechs Mann mit einem Kleinwagen vorgebracht. Sind die Richtböcke verteilt, dann versetzen die vier Mann des Richttrupps die Richtböcke in die vom Lochtrupp hergestellten Löcher genau in Wage. Zum genauen Einwiegen der Richtböcke hat jeder Mann des Richttrupps eine kleine, etwa 20 lange Wasserwage bei sich, die man in der Längs- und Seitenrichtung über die Unterlagen legen kann (s. Abb. 3). Lie das alte Gleis in guter Richtung, dann werden die Richtböc mittels einer 69 cm langen Stocklehre vom Schienenfufs d alten Gleises bis Vorderkante Auflagerplatte der Richtböc verlegt (s. Abb. 3). Diese Art der Ausrichtung ist die ei fachste. Liegt das Gleis aber nicht gut in Richtung, da müssen die Richtböcke nach den Richtpfählen versetzt werde An jedem Richtpfahl wird dann ein Richtbock aufgestellt, d dazwischen stehenden werden mit dem Auge ausgerichtet. D genaue Versetzen der Richtböcke in Wage ist nötig, damit d

Abb. 4. Ausrichten der Lehrschienen.

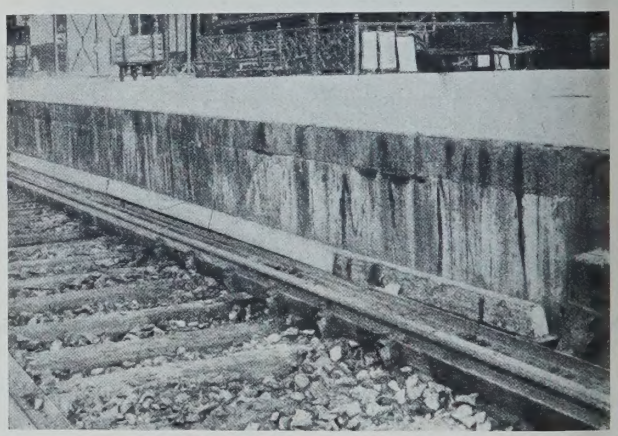
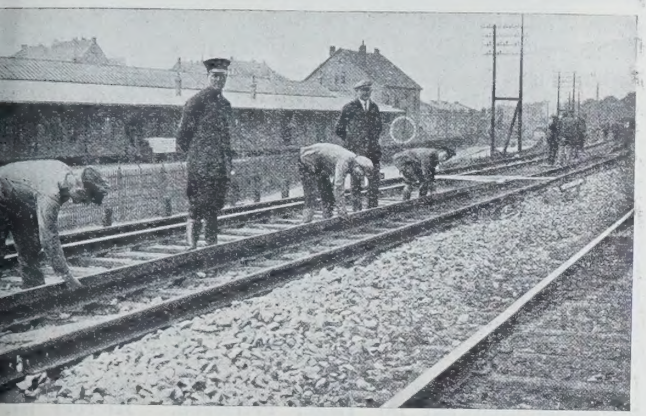


Abb. 5. Holzlehrschienen an Bahnsteigen und sonstigen Hinderniss

Lehrschienen nicht verkantet stehen. Sind vom Richttru genügend Richtböcke versetzt, dann werden die Lehrschien von dem ganzen Vortrupp zusammen aufgesetzt. Sind a Schienen auf die Richtböcke gesetzt, dann werden diese v dem Richttrupp mit einem Bolzen zusammengelascht. Lo und Schraubentrupp gehen wieder an ihre Arbeitsstelle. Be Einbau zusammengeschweifster Schienen würden diese nach d Aufsetzen auf die Richtböcke zusammenzuschweifsen sein. S die Schienen verlascht oder geschweifst, dann wird die Se an der die Richtungspfähle stehen, scharf ausgerichtet und Höhe + Sackmafs genau eingestellt. Ist so die eine Se gerichtet, dann wird die andere mittels Stichmafs und Wass wage im Abstand von 3,03 m genau verlegt (s. Abb. 4). Bahnsteigen, Brücken oder sonstigen Hindernissen, wo Kürzen der Lehrschiene erforderlich wäre, werden Holzlat

etwa 5 m Länge als Lehrschienen verwendet und auf die tige Länge zugeschnitten (s. Abb. 5). Die Latten haben gleiche Höhe, Fufsbreite und Kopfbreite, wie die Schiene neu zu verlegenden Oberbaues, so dafs die Lehrschienen- ie nicht unterbrochen wird (s. Abb. 5). Auf diese so ver- en Lehrschienen wird von dem Richttrupp die Schwellen- eilung mit einer 15 m Latte genau aufgetragen (s. Abb. 6). Krümmungen ist zu beachten, dafs die Lehrschienen mit richtigen Überhöhung verlegt werden. Wie die Stöfse der



b. 6. Anzeichnen der Schwellenteilung auf die alte Aufsen- schiene in Bögen.

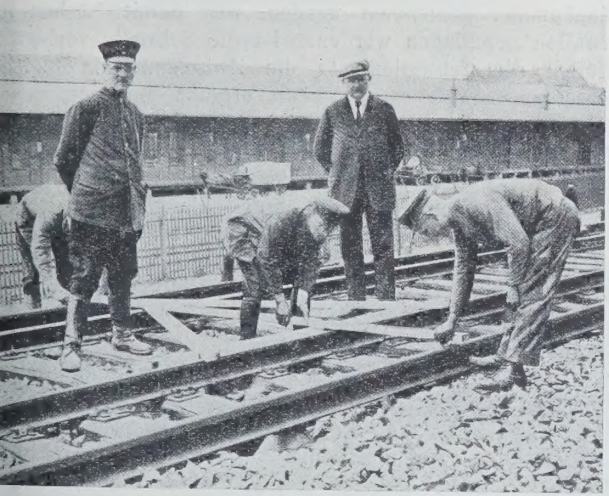


Abb. 7.
ertragen der Schwellenteilung auf die beiden Lehrschienen.

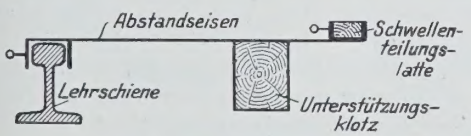


Abb. 8. Abstandseisen bei Gleisverschwenkungen.

schienen in der Krümmung liegen, hat auf die Einteilung Schwellen keinen Einflufs. Die Einteilung für die Rahmen den Lehrschienen wird dann anders, als für die Schwellen, die Lehrschienen von der Mitte der Gleisachse 72 cm r entfernt liegen als die Schienen des alten Gleises. Die Schwellenteilung wird deshalb auf die äufsere Schiene auszubauenden Gleises aufgetragen (s. Abb. 6 und 7). einem Holzkreuz, bei dem der als Bogensehne geltende en etwa 3 bis 4 m und der senkrechte Balken 3,20 m ist, wird die neue Schwelleneinteilung auf die beiden schienen übertragen. Die Schwellen kommen bei dieser Einteilung alle radial zu liegen. Bei Neuverlegung oder Verschiebung von Gleisbogen wird der äufsere Strang des alten Gleises für die Schwelleneinteilung hergestellt. Hierzu werden drei verstellbare Schwelleneinteilungslatten von je 15 m in Abstandseisen, die über die äufsere Lehrschienen gehakt sind, gelegt und festgeschraubt. An diesen Latten wird das Kreuz entlang geschoben und die Teilung auf die Lehrschienen übertragen (s. Abb. 8). Das Holzkreuz besteht aus 2,5 $\times$ 8 cm starken Latten und hat an den Enden des Querbalkens etwa 6 cm lange und 4 cm breite Flacheisen, damit diese mit einem Punkt an den Schienenkopf entlang gleiten. Um ein Kippen des Kreuzes zu vermeiden, läfst man die Verstrebung über den Querbalken 10 cm hinausragen, damit diese auf der Schiene gleiten. Zum Übertragen der Schwelleneinteilung von der alten Schiene auf die Lehrschienen werden drei Mann benötigt. Der eine schiebt das Kreuz auf die richtige Stelle an der alten äufseren Schiene entlang und die beiden andern schreiben auf die Lehrschienen an den Längsbalken entlang die Teilung auf. Bei der Schwellenteilung ist die Stärke des Striches zu berücksichtigen, damit die Stofsschwellen nicht voreilen oder zurückbleiben.

Abb. 9. Einsetzen der äufseren Befestigungsteile.

Der Schraubeneinsetztrupp ist bei 400 bis 500 m Tagesleistung vier Mann stark. Um das Anbringen der Schienenbefestigung und das Verlegen der Schwellen zu erleichtern und um alle Arbeiten, die vorbereitend ausführbar sind, auch vorwegzunehmen, werden die äufseren Hakenschrauben mit Spurplättchen und Klemmplatten eingesetzt. Um die Klemmplatte hochzuhalten wird zwischen Klemmplatte und Spurplättchen ein Rundeisen oder Holzstück von 12 mm Stärke und 10 cm Länge gelegt und die Schraube leicht angezogen, damit der Eisen- oder Holzstab nicht herausfällt (s. Abb. 9). Nachdem die Schienen auf die verlegten Schwellen aufgesetzt sind, werden die Schienenfüfse einfach unter die Klemmplatten gespreizt. Auch wird mit dem vorherigen Einsetzen der äufseren Spurplättchen noch bezweckt, dafs die inneren Spurplättchen nicht falsch eingesetzt werden können. Das Einsetzen der inneren Schrauben stöfst dann auf keinerlei Schwierigkeiten. Die Steine, die vor dem Loch sitzen, werden mit dem Aufsteckschlüssel zurückgestofsen, aber nur so weit, dafs die Schraube sich zwar bequem einführen läfst, aber nicht ganz durchfällt.

c) Haupt- oder Umbautrupp.

Der Umbautrupp setzt sich zusammen aus den Stampftrupps und dem Übergangstrupp. Der Übergangstrupp, der zwei bis vier Mann stark ist, hat die Übergangschienen von 3 bis 5 m Länge nebst Pafsstück mit dem Einschienenwagen nach vorn

zu bringen und sie nach jeder Umbaupause zwischen altem und neuem Gleis einzubauen.

Die Stampftrupps sind bei der Maschinenstampfung sechs Mann stark. Der Arbeitsbezirk eines Stampftrupps wird auf die Lehrschiene geschrieben. Jeder Trupp hat eine bestimmte Anzahl Schwellen zu stampfen (s. Abb. 10). Die Zahl der jedem Trupp zugeteilten Schwellen richtet sich nach der Länge der Umbaupause. Der Haupttrupp hat drei Rottenführer. Ein Rottenführer hat drei Trupps und den Übergangstrupp, der mittlere Rottenführer hat drei Stampftrupps und der andere Rottenführer hat vier Stampftrupps. Der mittlere Rottenführer hat das etwaige Nachrichten mit zu besorgen. Ist der letzte

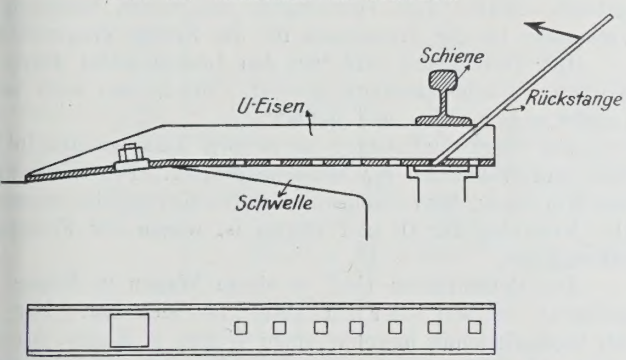
Abb. 10. Einteilung der Stampftrupps.

Abb. 11. Stampfen der Bettungsrücken und Verlegen der Schwellen.

Zug vor der Umbaupause durchgefahren und das Gleis gesperrt, dann löst jeder Trupp in seinem Bereiche die Laschen und Schwellenschrauben. Beim Lösen des Kleineisens wird dieses von je zwei Mann in einen kleinen Tragkasten geworfen und auf Haufen ins Nachbargleis geschüttet. Beim Verladen der Altstoffe wird es dann gleich sortiert. Sind die auszubauenden Schienen von den einzelnen Trupps gelöst und umgekantet, dann nimmt jeder Rottenführer seine Trupps zusammen und wirft die alten Schienen heraus. Hierauf geht jeder Trupp in seinen Bezirk und wirft die Schwellen heraus, bis auf die letzten zwei. Auf diese letzten beiden wird die Stampfmaschine des folgenden Trupps gelegt. Nach dem Herauswerfen der Schwellen werden die Füllkästen auf die Lehrschienen gehängt und voll mit Schotter gefüllt. Der Schotter ist aus dem nächsten Schwellenlager zu nehmen, um gleich Raum für den nächsten Füllkasten zu gewinnen (s. Abb. 11). Beim Stampfen arbeiten immer zwei Mann zusammen. Zwei Mann stampfe zwei Mann füllen die Kästen und zwei Mann decken d Schwellen auf den gestampften Bettungsrücken (s. Abb. 1 Solange noch keine Rahmen hinter der Maschine frei sin helfen die Schwellenleute beim Verfüllen der Füllkästen u stellen die Rinnen in der Bettung für die umgebogen Schwellenenden her, damit der Füllkasten leichter und bess aufgehängt werden kann. Wird der erste Füllkasten hint der Maschine frei, dann wird er seitlich vom Steinschl gereinigt, damit dieser nicht beim Hochheben des Füllkaste zurück an den gestampften Körper rollt und das gute A decken der Schwelle dadurch gehindert wird. Ist der Fü kasten äufserlich vom Steinschlag frei gemacht, dann wird aufgehoben und vor die Maschine auf die Lehrschiene gehän Auf dem Rückwege nehmen die Schwellenleute die Schwe mit und decken sie auf den gestampften Steinschlagrück Mit einer Stocklehre von 65 cm Länge, die gegen den St der Lehrschiene und der eingesetzten äufseren Klemmpla gehalten wird, wird die Schwelle genau in Richtung verle Diese Stocklehre ist 1 cm stark und biegsam. Die Biegsa keit hat den Zweck, dafs beim Gegenschieben der Schwe gegen die Lehre nicht die Lehrschiene nach aufsen gedrü wird und dadurch Richtungsfehler entstehen (s. Abb. 1 Ist die Schwelle aufgedeckt, dann wird sie mit leich Stampferstöfsen auf ihr Lager getrieben. Hierbei ist, schon oben bemerkt, zu beachten, dafs die Schwelle in Nähe der Löcher nicht gestampft wird, um Anrisse zu v meiden. Zum Heruntertreiben der Schwelle darf kein V schlaghammer genommen werden, weil damit Löcher in Schwellen geschlagen werden. Ist die Schwelle verlegt, da verfüllen die Schwellenleute die Zwischenräume gleich Steinschlag, soweit es ihre Zeit erlaubt und verteilen a das noch erforderliche Kleineisen. Dadurch, dafs bei d Einfüllen des Steinschlags in die Füllkästen dieser aus d nächsten Schwellenlager genommen wird (s. Abb. 11), w jede unnötige Bewegung des Steinschlags vermieden. Stampfer stampfen den Steinschlag in den Füllkästen so la fest, bis er nicht mehr nachgibt. Da an jeder Maschine z Stampfer sind, stampfen an jedem Füllkasten zwei Ma Beim Stampfen ist darauf zu achten, dafs die Köpfe Schwellen gut festgestampft werden, damit der Steinsch beim Abheben der Füllkästen nicht abrollt und dadurch ho Schwellenköpfe entstehen. Die Stampfmaschine wird auf vollgestampften Rahmen liegend, stets nachgezogen. Sind alle Schwellen gestampft und verlegt, sowie zwischen Schwellen verfüllt und ist das Kleineisen auf den Schwel verteilt, dann nimmt jeder Rottenführer seine Trupps sammen und setzt die Schienen in seinem Arbeitsbezirk Beim Aufsetzten der Schienen treten die Leute über Schiene hinweg und setzen diese beim ersten Kommando die Schwellenköpfe. Beim zweiten über die eingesetz äufseren Befestigungsmittel und schieben sie dann gegen eingesetzten Schienen mit Temperaturlücken und seitlich un die hochgestellten Klemmplatten (s. Abb. 12). Nach die Aufsetzart müssen die Schienen wegen der Temperaturlück nacheinander aufgesetzt werden. Zusammengeschweifste Schien werden mit der Brechstange herübergesetzt. Man legt das Schwellenende ein U-Eisen, das über die äufsere Schra mit Klemmplatte hinweggeht und mit dem andern Ende den Richtbock unter die Fahrschiene geschoben wird (Abb. 1 Auf diesen U-Eisen werden die Schienen mit der Brechsta herübergedrückt, wobei die Leute so verteilt werden, dafs gr Schienenlängen zugleich eingesetzt werden. In der Län richtung werden die Schienen, sofern sie nicht genau Temperaturlücke liegen, mit dem Schienenrücker in ihre richt Lage gebracht. Sind die Schienen aufgesetzt, dann begi das Festschrauben. Jeder Trupp befestigt in seinem Bereiche

nen. Hierbei arbeiten wieder je zwei Mann zusammen. tampfer bringen die Laschen an, wofür ihnen zwei Schwellen er zum Festmachen zugewiesen werden. Wenn die Schienen olsen Längen aufgesetzt werden, dann fällt das Anlaschen Das bedeutet eine grofse Erleichterung, weil das Anlegen

Abb. 12. Aufsetzen der Schienen.



3. Einrückvorrichtung für lange Schienen von mehr als 15 m.

4. Spreizen der Schienen in ihre richtige Lage und Anbringen der inneren Befestigung.

aschen nur einmal erfolgt, während es sonst zweimal ist. Beim Befestigen der Schienen wird der Schienenfufs das äufsere Spurplättchen unter die Klemmplatte gespreizt b. 14). Ist das innere Loch frei, so wird mit dem Auf-chlüssel, der Spitzhacke oder der Richtstange das Loch n Steinen soweit befreit, dafs die Hakenschraube bequem ühren ist. Bei einiger Übung schlagen die Leute die nicht tiefer weg, als dafs die Schraube sich gut einführen läfst, ohne wegzusacken. Die Schraube bleibt hoch stehen, so dafs Spurplättchen und Klemmplatte leicht über den Schaft der Schraube geführt und die Mutter aufgedreht werden kann. Sind die inneren Klemmplatten angebracht, dann wird die äufsere Schraube um eine Viertelumdrehung zurückgedreht, der Eisenstab wird entfernt, in einen kleinen Tragkasten geworfen und die Schraube wird fest angezogen. Bei jedem Festziehen der Schrauben ist darauf zu achten, dafs die Schwellen richtig liegen und die Klemmplatten genau senkrecht zur Schwelle sitzen. Ist das Gleis fest, dann gehen zwei Mann zum Richten, zwei Mann bringen Wanderklemmen an; weitere zwei Mann verfüllen die noch fehlenden Schwellenzwischenräume und bringen das Gerät nach der nächsten Umbaustrecke. Zum Stampfen ist die Kruppsche Stopfmaschine umgebaut. Da diese Maschinen auch öfters versagen, so ist jedem Rottenführer eine Reservemaschine zugeteilt, für deren Gangbarkeit und Weitertransport er verantwortlich ist. Die Öl- und Benzolfässer haben die Maschinenwärter vorzubringen. Von den Maschinenwärtern hat jeder zwei Maschinen instand zu halten. Diese Wärter haben aber auch mit für die Sicherheit der beiden Trupps, denen sie angehören, zu sorgen. Die Maschinenwärter sind auch Zeitarbeiter und gehören mit zum Gedinge.

d) Verteilen der Neustoffe und Abfuhr der Altstoffe.

Die Neustoffe werden von den Bahnmeistereien verteilt, in deren Bezirk der Umbau stattfindet. Dadurch, dafs die Stoffverteilungsstelle im Oberbaubüro der Reichsbahndirektion nach dem genau festgelegten Umbauplan arbeitet und durch den Leiter der Umbaukolonne ständig unterrichtet ist, wann mit dem Umbau in den einzelnen Bahnmeistereien begonnen wird, ist es möglich, die neuen Stoffe von dem Sammellager so der Reihe nach abzurufen, dafs sie nicht erst auf Lager gelegt, sondern gleich auf der Strecke verteilt werden. Beim Verteilen sind die neuen Stoffe unmittelbar neben dem auszubauenden Gleis zu lagern. Hierbei sind die Schienen möglichst auf die Schwellenköpfe des auszubauenden Gleises zu legen, damit sie dem Einbau der Richtböcke nicht hinderlich sind und von wenig Leuten auf die Richtböcke gesetzt werden können (s. Abb. 3). Die Schwellen sind, wenn genügend Platz vorhanden ist, einzeln zu lagern winkelrecht zur Gleisachse, da sie dann leichter auf die Bettungsrippen gelegt werden können.

Fehlt der Platz (zum Beispiel bei hohen Dämmen), dann sind sie wie Abb. 9 parallel zur Gleisachse zu lagern. Die Lagerung mufs so sein, dafs der Schraubeneinsatztrupp die Schrauben bequem einsetzen kann (s. Abb. 9), ohne die Schwellen umstapeln oder wenden zu müssen. Die Lagerung der neuen Stoffe über das zweite Gleis hinweg ist möglichst zu vermeiden und nur dann zuzulassen, wenn keine andere möglich ist. Müssen nämlich die neuen Schwellen während der Umbaupause über Betriebsgleise getragen werden, so ist das nicht nur anstrengend, sondern auch eine grofse Gefahr für die Leute. Wenn dagegen die alten ausgebauten Stoffe über ein im Betrieb befindliches Gleis gebracht werden, so fällt diese Gefahr nicht so stark ins Gewicht, da der Ausbau der Altstoffe nur kurze Zeit beansprucht und dadurch das Überschreiten der Nachbargleise besser bewacht werden kann. Aufserdem kann der Umbautrupp auch die neue Bettungskante nicht herstellen, wenn nach erfolgtem Umbau die alten ausgebauten Stoffe neben dem neuen Gleis liegen. Eine äufserst wirtschaftliche Mafsnahme ist die gleichzeitige Abfuhr der Altstoffe während der Umbaupause. Der Umbautrupp mufs dann für die Abfuhr der Altstoffe entsprechend verstärkt werden. Der Aufladetrupp wird dem Dienststellenvorsteher zur Beaufsichtigung übergeben; er mufs so stark sein, dafs er beim Aufladen der täglichen Umbauleistung mit einem Tagesabstand Schritt hält. Die Verteilungsstelle des Oberbaubüros teilt nach ihren

Plänen der Bahnmeisterei mit, wieviel von den einzelnen Stoffen abgesandt werden soll und wohin. Der Dienststellenvorsteher oder ein sachkundiger Rottenführer sortiert mit zwei bis drei Mann die Schienen und Schwellen in Gruppen und schreibt die Gruppennummer auf die Schwelle. Für das Sortieren der Holzschwellen ist es wichtig, dafs die Platten vorher abgeschraubt werden, damit der Rottenführer den Zustand der Schwelle besser erkennen kann. Der Arbeitszug hat so viel Wagen, wie Gruppen verladen werden sollen. Der Aufladetrupp ladet nur die Stoffe auf die einzelnen Wagen. Durch diese Ausnutzung der Umbaupausen wird gegenüber der späteren Abfuhr der Altstoffe viel an Arbeitslöhnen gespart, besonders auf Strecken, auf denen wegen dichter Zugfolge für die Umbaudauer Zugpausen künstlich geschaffen werden müssen. Da der Arbeitszug für die Abfuhr der Altstoffe oft gleich bei Beginn der Arbeitszeit an der Umbaustelle sein mufs, fahren die Leute in diesem Falle mit zur Arbeitsstelle und gegebenenfalls auch abends wieder zurück. Unkosten entstehen hierdurch nicht, wohl aber grofse Vorteile. Die Leute kommen geschlossen pünktlich zur Arbeitsstelle und sind frisch und nach Schlufs der Arbeit läuft keiner mehr ohne Aufsicht am Gleis herum. Die Leistungsfähigkeit wird dadurch erhöht.

e) Der Nachtrupp.

Bei dem Umbau mit Maschinenstampfen wurde anfangs das neu verlegte Gleis mit der ganzen Kolonne nachgesehen, wobei noch auftretende kleine Mängel beseitigt wurden. Hierbei wurde festgestellt, dafs sich nach etwa vier Wochen lose Schwellen zeigten. Um diese Mängel wirtschaftlich zu beseitigen, wurde für die Nacharbeiten ein besonderer Nachtrupp eingesetzt, bestehend aus einem Rottenführer und 15 Mann, der nach etwa vier Wochen das Gleis auf richtige Höhen- und Seitenlage nachsieht und nacharbeitet. Ein früheres Nacharbeiten hat wenig Zweck. Beim Gleisumbau sind die alten Schwellenlager bis in tiefe Schichten hinein durch das lange Befahren festgerammt. Wird das neue Gleis verlegt, dann kommen einzelne Schwellen auf die alten Lager zu liegen, andere daneben. Die Schwellen, die über dem alten Lager liegen, bleiben fest, die andern lockern sich, indem die Unterlage von dem Zugverkehr nach und nach fest zusammengedrückt wird. Dieses Lockern der Schwellen hört nicht eher auf, bis eine genügende Dichtung der neuen Schwellenlager erreicht ist, was etwa nach vier Wochen Befahrens eingetreten ist. Deshalb kann erst der Nachtrupp nach etwa vier Wochen einwandfreie Arbeit liefern. Der Nachtrupp arbeitet im Gedinge und ist auch dem Haupttrupp angegliedert.

f) Einrichtung des Bauzuges.

Der Bauzug wurde eingerichtet, weil der Gleisumbau mit eisernen Schwellen nach dem Hannoverschen Umbauverfahren wegen der zahlreichen technischen Hilfsmittel nur durch eine fliegende Kolonne für den ganzen Direktionsbezirk ausgeführt werden kann. Die Kolonne besteht aus Zeitarbeitern, die aus verschiedenen Teilen des Direktionsbezirks angeworben sind. Für die Leitung ist ein Oberbahnmeister mit fünf Rottenführern bestellt; dazu ist eine Schreibkraft gestellt. Da die Kolonne mit $10 + 3$ Stopfmaschinen arbeitet, ist für die Maschinenwärter eine Werkstätte nötig, in der auch die Geräte instand gehalten werden. Da die Kolonne nur mit Geräten arbeitet, die ihr selbst zugewiesen sind, sind Gerätewagen (bedeckte Güterwagen) beigestellt. Übrig bleibende Oberbaustoffe werden von Dienststelle zu Dienststelle überwiesen und im Bauzuge mitgenommen, bis sie nach Beendigung der Arbeit an das Oberbaustofflager überwiesen werden. Im Zuge wird deshalb ein Wagen für Oberbaustoffe mitgeführt. Im übrigen besteht der Zug aus den Wohnwagen und einem Küchenwagen.

Bei der Einrichtung eines Bauzuges mufs berücksichtigt werden, dafs die zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten gut ausgenutzt werden, aber auch die Leute in ihrer Bequemlichkeit möglichst nichts entbehren, so dafs sie sich nach den kö lichen Anstrengungen auch genügend ausruhen können.

Als Wohnwagen sind ausgemusterte Wagen 3. Klasse Plattform so hergerichtet, dafs in jedem Wagen acht wohnen. Die Mannschaftswagen sind nach dem Entferne Sitzbänke durch eine Holzwand in zwei Hälften geteilt jeder Hälfte sind vier Mann untergebracht, und zwar s an der einen Längswand vier Betten (je zwei aufeina an der gegenüberliegenden Längswand ein Tisch mit Schemeln. Neben dem Eingang steht der Ofen, dessen durch die Öffnung einer abgenommenen Deckenbeleuch geführt ist. Es ist jedoch besser, die Heizkörper sitze lassen und den ganzen Zug mit einem Heizkesselwage heizen. An der Mittelwand stehen vier Schränke, die zur bewahrung von Lebensmitteln, Wäsche und Kleidern di Zwischen Schrank und Aufsenwand ist noch Platz für E Eimer und Waschschüssel.

Als Küchenwagen ist ein ausgemusteter Wagen 3. K in drei Teile geteilt. Im Küchenraum befindet sich eine küche, ein kleiner Kochherd und ein Anrichtetisch. Übe Feldküche ist an der Wagendecke ein Wasserbehälter angeb Anschliefsend an den Küchenraum ist der Vorratsraum gebaut. Hinter dem Vorratsraum mit einem schmalen verbunden ist der Wohnraum für die Köchin eingerichte

Die Verpflegung wird von den Leuten selbst durch gewählten Küchenausschufs besorgt. Die Köchin wird von Leuten angenommen und gelöhnt.

Der Werkstättenwagen ist in zwei Teile geteilt, in W statt und Wohnraum für Maschinenwärter. Die Werkstätt mit Werkbank, Vorratsschrank und Benzinverschlag ausger Der Verschlag für Öl und Benzin ist wegen der Feuersg erforderlich.

Die Rottenführer sind in einem Wagen 2. Klasse u gebracht, in dem jeder ein Abteil für sich hat. Der I der Umbaukolonne bewohnt einen Wagen 2. Klasse, wo gl zeitig seine Schreibstube mit eingerichtet ist. Die Schreib ist in einem Wagen 3. Klasse eingerichtet, in dem der Schr in einem Abteil mit wohnt.

Alle Wirtschaftsgeräte und die Wäsche stellt die Re bahngesellschaft. Die Bettwäsche müssen die Leute reinigen lassen.

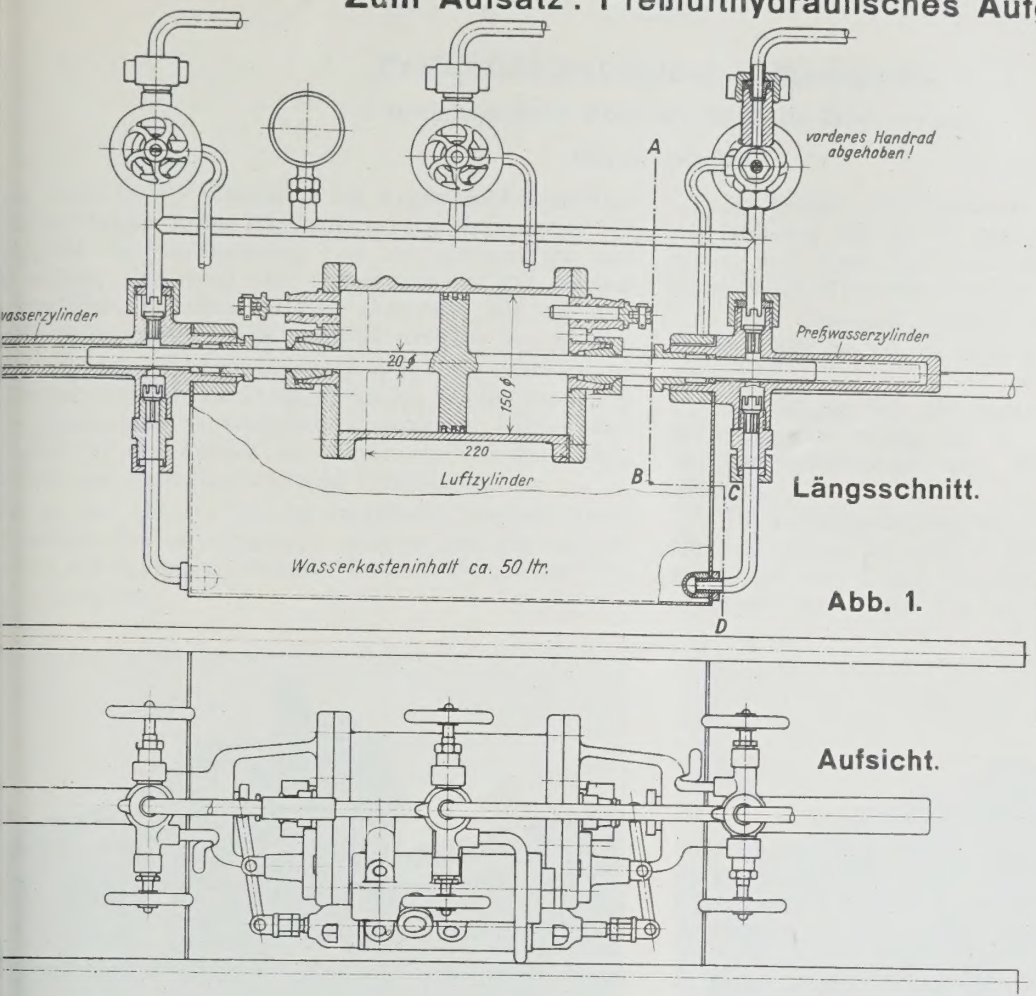
Die Aufsicht über den Bauzug obliegt einem Rottenfü Von Zeit zu Zeit wird von dem Leiter der Umbaukolonne Bauzug durchgesehen, um Unstimmigkeiten abzustellen. Aufenthaltsräume an der Arbeitsstelle dienen zwei Zelte in der Nähe der Umbaustelle aufgestellt werden. Ans haben sich bis jetzt noch nicht gezeigt. Die Leute wo gern in diesem Bauzuge.

g) Geräte.

Von den Geräten des Bauzuges sind die kleinen in G-Wagen, die grofsen auf zwei Rungenwagen untergebr Die Ausgabe und Überwachung der Geräte wird von e zuverlässigen, schreibgewandten Arbeiter ausgeführt, der wo lich das Schlosserhandwerk erlernt haben soll. Er dar erforderlichen Geräte nur gegen Quittung herausgeben. B von Ersatzstücken meldet er dem Leiter der Kolonne, de dann anfordert. Die Herausgabe der Geräte an einzelne ist nur im Austausch gegen ein unbrauchbares Stück gest Hat der Rottenführer für seine Leute Geräte nötig, wofür altes oder verbrauchtes Stück abgegeben wird, so mufs er hie Quittung leisten. Der Geräteverwalter hat über jedes S das ausgegeben wird Buch zu führen. Bei den Masch kommt jeder Maschinenwärter für seine Maschinen auf. der Maschinenwärter Ersatzstücke nötig, so hat er diese r zeitig beim Geräteverwalter anzufordern, damit dieser sie, erforderlich, von der Stopfmaschinenstelle beschaffen kann

Gerätebuch sowie Veränderungsnachweisung werden g so geführt wie bei den Bahnmeistereien.

Zum Aufsatz: Preßlufthydraulisches Aufgleisgerät.



Längsschnitt.

Abb. 1.

Aufsicht.

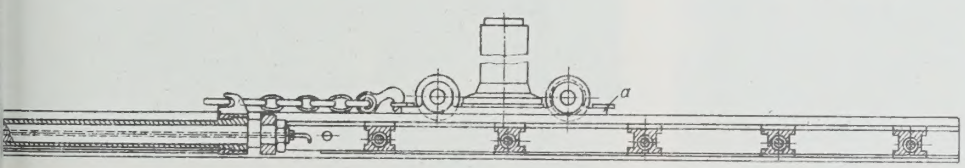
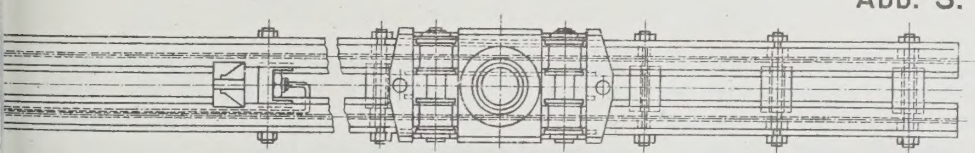


Abb. 3.



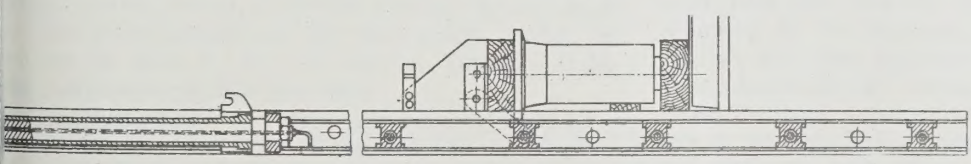
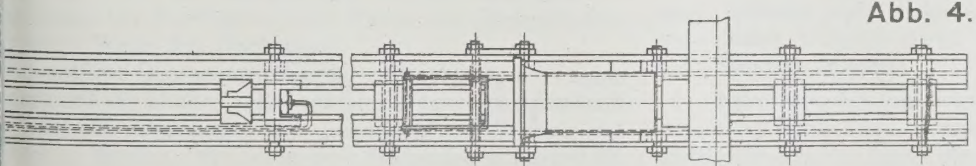
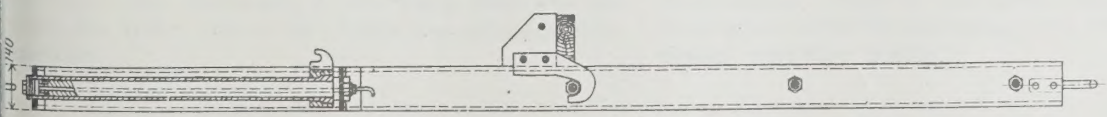


Abb. 4.





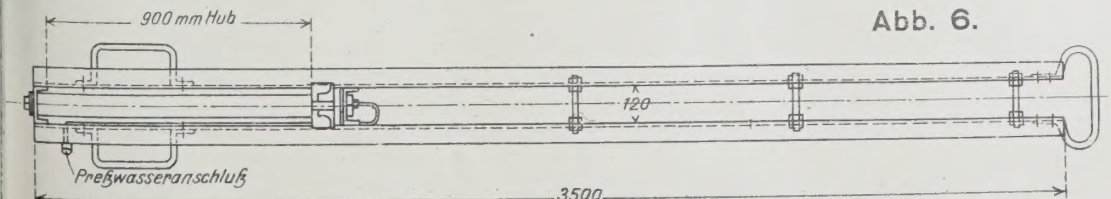


Abb. 6.

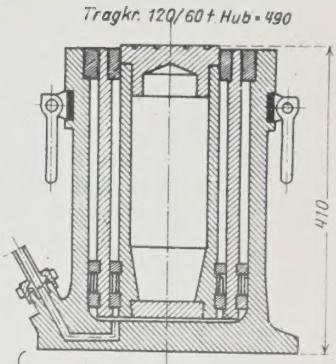
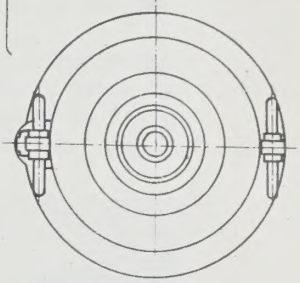


Abb. 2.



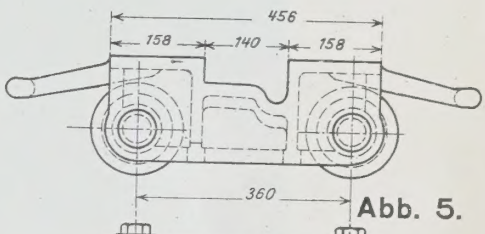
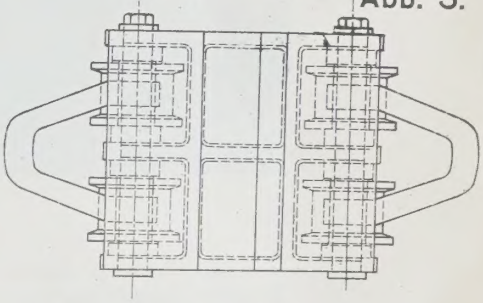


Abb. 5.



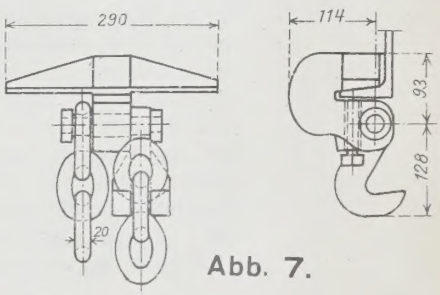


Abb. 7.

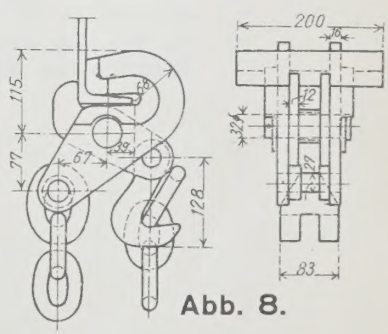


Abb. 8.

C. W. Kreidel's Verlag, München

Prefslufthydraulisches Aufgleisgerät.

Von Reichsbahnoberrat **Gaedicke**, Reichsbahndirektion Essen.

Hierzu Tafel 39.

ie bisher für die Aufgleisung von Wagen und Lokomotiven ideten Winden haben Handantrieb. Sie sind zwar in der higkeit der zunehmenden Last der Lokomotiven und gefolgt, sind dabei aber immer schwerer und unhand- geworden, brauchen viele Arbeitskräfte, und die Auf- gsarbeiten gehen verhältnismäfsig langsam von statten.

in von dem Maschineninspektor Abel des Bahnbetriebs- Dortmunderfeld in Vorschlag gebrachtes, von der Maschinen- »Deutschland« in Dortmund ausgeführtes Aufgleisungs- nacht für den Antrieb der Winden die bei den Unfall- stets zur Verfügung stehende Prefsluft nutzbar.

ie in der Abb. 1, Taf. 39 dargestellte tragbare Prefs- raulische-Übersetzungspumpe gestattet mit der von der otive des Hilfszugs gelieferten Prefsluft Druckwasser von zu erzeugen.

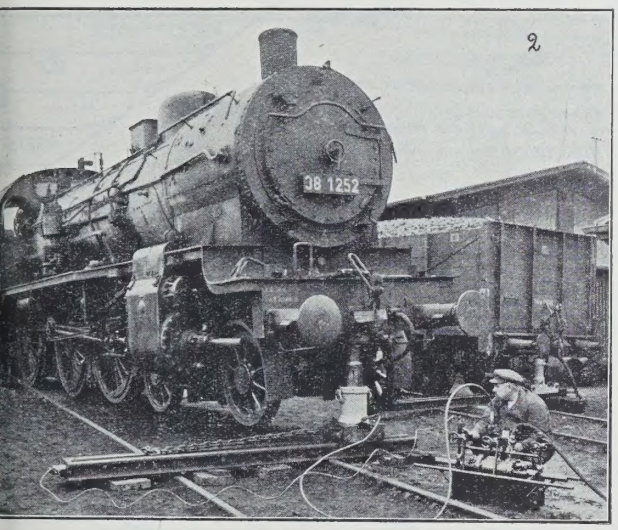


Abb. 1.

iese wird mit Hochdruckpanzerschläuchen, hydraulischen pwinden, wie sie für 120 t Tragfähigkeit in Abb. 2, 9 dargestellt ist, zugeleitet.

erden mit einer entgleisten Lokomotive Querverschiebungen rlich, so wird, soweit es sich um geringe Verschiebungen , eine Teleskopwinde auf den Rollwagen a gesetzt, der if der in Abb. 3, Taf. 39 und in Textabb. 1 dar- en Aufgleisbrücke bewegen kann.

ie Zugkraft wird von dem hydraulischen Zylinder b t, dessen Kopf mit einer Kette mit dem Rollwagen a den ist. Die am Prefszylinder sitzende Kettennufs c et dabei bei Erschöpfung des Hubes des Prefszylinders achster Weise das Nachfassen.

nd gröfsere Querverschiebungen vorzunehmen, so werden dere und die hintere Achse auf Gleisbrücken entsprechend , Taf. 39 abgesetzt. Die Lokomotive wird dann mit lischen Winden, wie es in der Zeichnung 4 dargestellt rschoben. Die Abstützung d der Winde läfst sich bei pfung des Hubes, wie es die Zeichnung erkennen läfst, umsetzen.

Es besteht andererseits die Möglichkeit, die Spurkränze der Endachse auf die in Abb. 5 dargestellten Rollwagen zu setzen, und diese Rollwagen mit Hilfe der Abb. 3 und 4 dargestellten Aufgleisbrücken zu verfahren.

Eine wesentlich leichter gehaltene Aufgleisbrücke zur Verschiebung von Wagen ist in Abb. 6, Taf. 39 und Textabb. 2 dargestellt.

Handelt es sich um Aufgleisung von Drehgestellwagen, so finden zweckmäfsig die in Abb. 7 und 8 dargestellten Anschlingvorrichtungen zum Halten der Drehgestelle Verwendung.

Die Aufgleisgeräte sind beim Bahnbetriebswerk Dortmunderfeld seit einigen Monaten in Benutzung. Versuche haben ergeben, dafs eine T 16-Lokomotive von 80 t Gewicht, die $2^1/_2$ m aufserhalb des Gleises lag, in 32 Minuten gehoben, seitlich

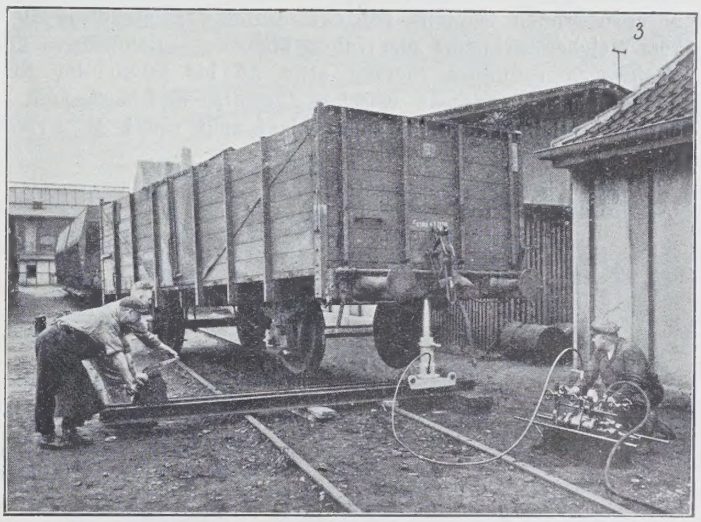


Abb. 2.

verschoben und auf das Gleis gesetzt werden konnte. Ein 2 m seitwärts liegendes Drehgestell eines vierachsigen Personenwagens konnte in 14 Minuten aufgegleist werden. Wenn bei den Versuchen auch günstige örtliche Verhältnisse vorlagen, so steht doch fest, dafs die Aufgleisung wesentlich weniger Zeit erfordert, als bei Benutzung der sonst üblichen Aufgleisgeräte. Es hat sich dies besonders noch bei einer Aufgleisung auf Essen-Hauptbahnhof bestätigt, wo eine P 8-Lokomotive über einen Prellbock gefahren, mit allen Achsen entgleist war und sich in weichem Boden eingegraben hatte. Sie wurde gehoben und auf ein etwa 5,5 m entferntes Parallelgleis innerhalb zwei Stunden nach Ankunft des Gerätewagens gesetzt. Mit dem bisher üblichen Gerät hätte die Aufgleisung mindestens acht Stunden erfordert.

Hervorgehoben zu werden verdient noch, dafs dadurch, dafs der Pumpensatz abseits von dem entgleisten Fahrzeug aufgestellt werden kann, die Unfallgefahr für die Aufgleisungsmannschaften erheblich vermindert wird, und dafs bei der Aufgleisung selbst Beschädigungen am Oberbau und den Fahrzeugen vermieden werden.

Die Weichenentwicklung der Einfahrgleise an den Ablaufbergen der Verschiebebahnhöf

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **A. Baumann**, Berlin.

Solange die Theorie der Ablaufberge und die Gleisbremsen jeder Bauart noch nicht so weit entwickelt waren wie heute, hielt man möglichst kleine Ausrundungshalbmesser der Ablaufbergscheitel für unerläfslich und benötigte auf vielen Bahnhöfen zur Ausschaltung der stark wechselnden klimatischen Einwirkungen auf den Wagenablauf zwei verschieden hohe Ablaufgleise.

Daraus ergab sich für die Entwicklung des dem Ablaufberg zugewendeten Endes der Einfahrgruppe, des Berges selbst und des Überganges in die Richtungsgruppe zwangläufig die in Abb. 1 dargestellte Anordnung. Die Vereinigung aller Einfahrgleise mittels des vor dem Scheitel liegenden Weichenkreuzes war geboten durch die Notwendigkeit, alle Züge bald über den höheren, bald über den niederen Berg abzudrücken; sie ermöglichte in einfachster Weise die Abzweigung des Gleises für die von den Zügen wegfahrenden Zuglokomotiven, denen somit der Weg über den häufig mit nur 100 oder gar 80 m ausgerundeten Bergscheitel erspart blieb. Bei Verwendung von Weichen 1 : 9 und unter der Annahme, dafs die Spitze des abzudrückenden Zugteils bei der Einfahrt i. M. etwa 50 m vom Weichenmerkpfahl zum Halten kommt — Lokomotive und Packwagen erfordern hiervon etwa 25 bis 30 m, der Rest genügt als Schutzstrecke zwischen Zugspitze und Merkpfahl, — entstehen Beifahrwege bis zum Ablaufpunkt von i. M. 219 m.

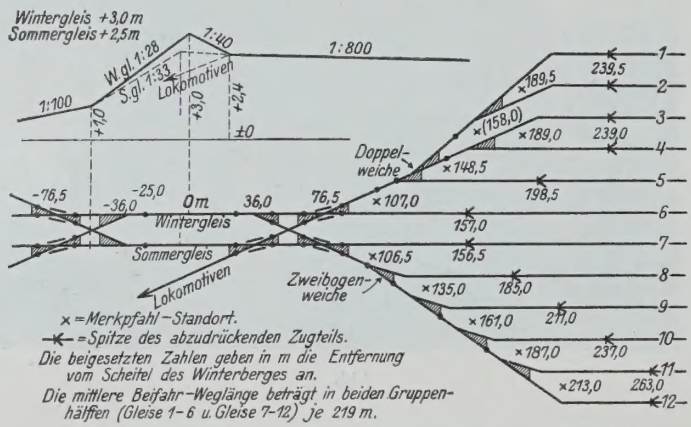
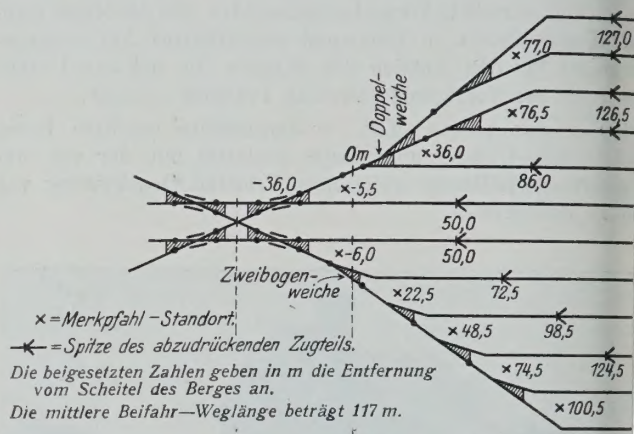


Abb. 1.

Verschieden hohe Berggleise erscheinen bei allen Anlagen mit neuzeitlichen Gleisbremsen entbehrlich. Aufserdem besteht heute Klarheit darüber, dafs die früher befürchtete Beschädigung grofser Lokomotiven bei dem Überfahren von Ablaufbergen ausgeschaltet ist, wenn das über dem Bergscheitel liegende Gleisstück mit 200 m Halbmesser*) ausgerundet wird; demnach kann auch auf das Lokomotivgleis zur Umfahrung des Berges verzichtet, ein solches vielmehr am Beginn der Richtungsgruppe abgezweigt werden.

Trotzdem finden sich vielfach in neuen Bauentwürfen für Verschiebebahnhöfe heute noch die alten Weichenentwicklungen zwischen den Einfahrgleisen und dem Ablaufberg. Sie sind sowohl für einen flotten Betrieb des Ablaufbergs hinderlich, wie auch unwirtschaftlich im Bau und im Betrieb. Die weitestgehende Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der Ablaufberge verlangt, dafs die einfahrenden Züge erst möglichst nahe dem Ablaufpunkt zum Halten kommen, damit das folgende Beifahren der abzudrückenden Züge an den Ablaufpunkt auf die geringste Länge beschränkt wird und nur kurze Pausen zwischen zwei Abläufen entstehen. Darauf hat erst kürzlich Dr. Ing. Frohne in seinem Aufsatz »Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen u (Organ 1927, Heft 13) klar und überzeugend hingewi Aufserdem verursacht das Beidrücken der Züge durch Abdrücklokomotive aus den zurückliegenden Einfahrgleise meist gegen die Steigung — natürlich erheblich höhere K als wenn die Züge bei der Einfahrt nahezu ohne einen Pfe bemerkbaren Mehraufwands bis in die nächste Nähe des scheitels herangefördert werden*).



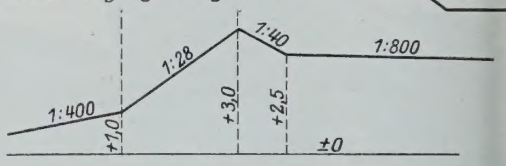


Abb. 2.

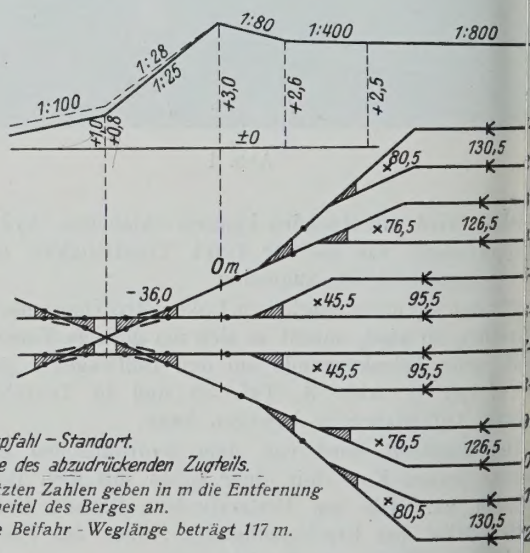


Abb. 3.

Die Weglängen für das Beidrücken an den Ablauf w am stärksten verkürzt, wenn man die von Dr. Ing. Derik vorgeschlagene Anordnung der Einfahrgleise**) anwe könnte, bei der alle Gleise unvereinigt über den Bergsc laufen und die Vereinigungsweichen erst in und unte

*) Wittrock, Organ f. d. F. d. E. W. 1926, Heft 11.

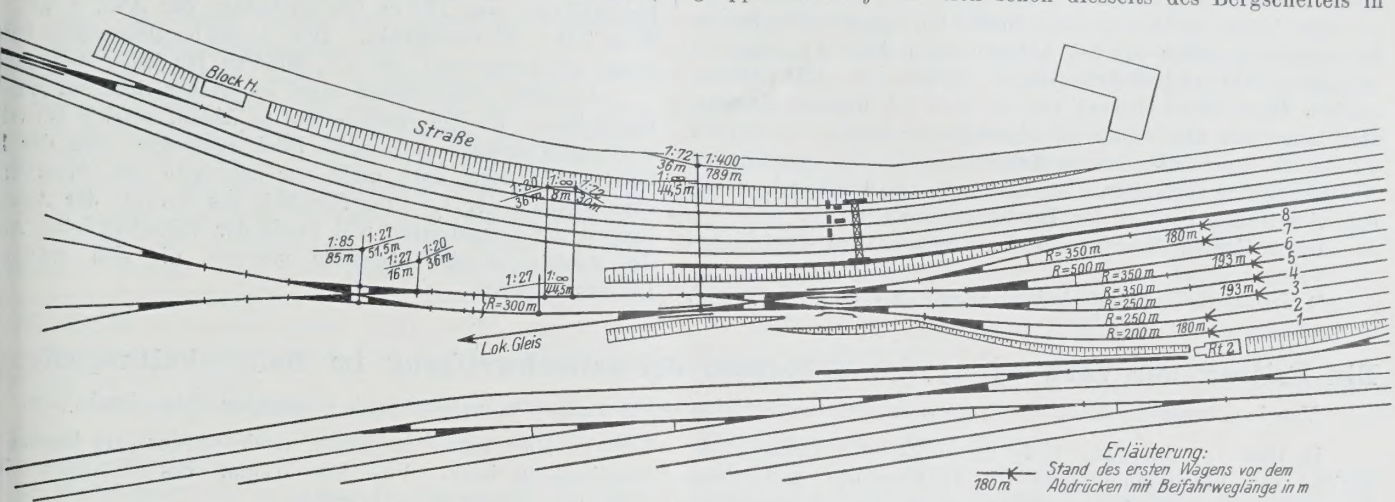
*) Dr. Ing. W. Müller, Verkehrstechnische Woche 1922, H S. 10.

**) Dr. Ing. Derikartz, Verkehrstechnische Woche Heft 37, S. 486.

ilrampe liegen. Mit dem hierdurch für das Beifahren erchten Vorteil ist aber der schwerwiegende Nachteil verbunden, s die gesamte Entwicklung der Richtungsgleise wegen der h unterhalb der Steilrampe liegenden Einfuhrgleisweichen n Ablaufpunkt abrückt; es entstehen also durchweg längere ufwege der ablaufenden Wagen durch die vom Bergscheitel sich länger hinziehende Weichenzone.

Praktisch wird man nicht eine Verbesserung der Einfahrise durch eine so weitgehende Verschlechterung des Ablaufriebs erkaufen dürfen. Vielmehr ergibt sich für die Zusammenrung der Einfahrgleise die denkbar günstigste Lösung so, nische Schwierigkeiten bieten. Bei der Entwicklung mit verkürzter Weichenstrafse (untere Bildhälfte) bringt vielleicht auch das Befahren der in der Steilstrecke liegenden zweiseitigen Bogenweiche — bei Fahrt aus Gleis 8 mit folgender Gegenkrümmung — für die ablaufenden, sich ja schnell beschleunigenden Wagen gewisse Entgleisungsgefahren mit sich.

Aus beiden Gründen glaubt man vielfach die erst in der Steilrampe liegende Vereinigung der Einfahrgleise ablehnen und die alte Entwicklung beibehalten zu müssen; zum mindesten führt man häufig die Gleise innerhalb der beiden Einfahrgruppenhälften je für sich schon diesseits des Bergscheitels in



. 4. Östlicher Ablaufberg des Verschiebebahnhofs O. Bisherige Anordnung der Einfahrgleise am Berg. Mittlere Beifahrweglänge 186 m.

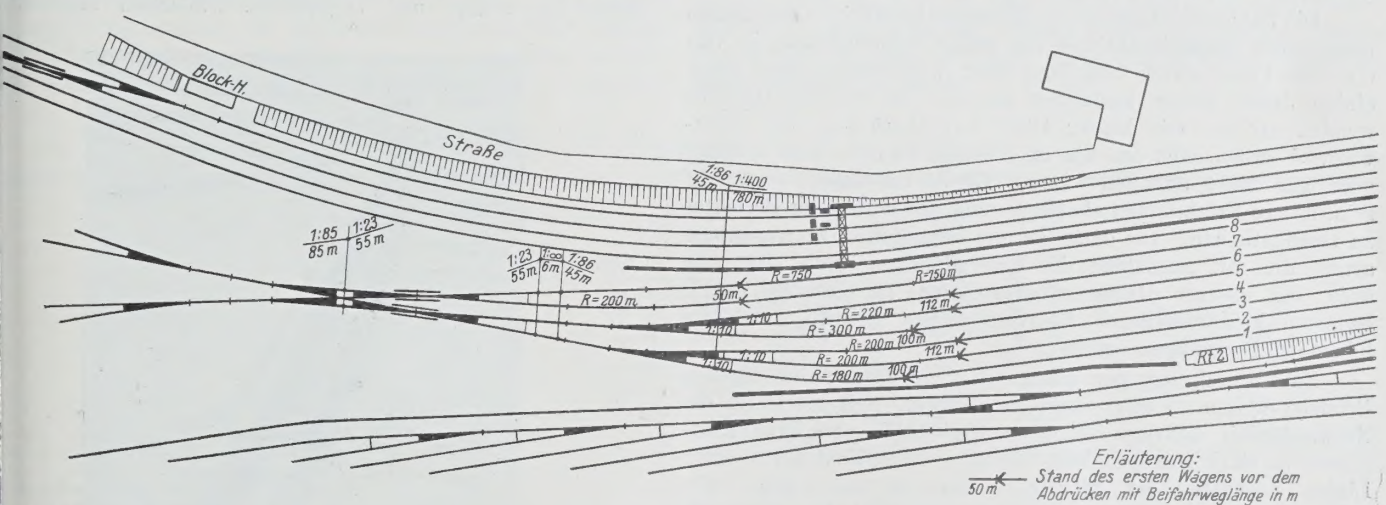


Abb. 5. Östlicher Ablaufberg des Verschiebebahnhofs O. Vorschlag für günstige Anordnung der Einfahrgleise am Berg. Mittlere Beifahrweglänge 93 m.

die gesamte Weichenentwicklung über den Bergscheitel it vorgezogen wird, bis das in Abb. 1 diesseits des Scheitels nde Weichenkreuz der Einfahrgleise sich mit dem unter der Steilrampe liegenden Weichenkreuz am Beginn der tungsgruppe deckt. Bei solcher Anordnung nach Abb. 2 t die Entwicklung der Richtungsgruppe vollständig unırt; trotzdem werden die Beifahrwege bei günstigster, ; der Abb. 1 entsprechender Zusammenführung der Einleise von i. M. 219 m der Anordnung nach Abb. 1 um 2 m, d. h. um mehr als die Hälfte verkürzt.

Die Lösung nach Abb. 2 ist ohne weiteres für Berge mit zu steilen Ablauframpen geeignet, eine ähnliche Ausführung sich z. B. am Nordberg in Wedau. Bei den jetzt als g erkannten Steilrampen können aber die gerade in der telausrundung anzuordnenden Weichen unterhaltungstecheines der beiden Ablaufgleise zusammen, womit zwar eine Verkürzung des Beifahrweges um etwa 40 bis 50 m gegenüber Abb. 1, aber noch lange nicht der Idealzustand der Abb. 2 erreicht wird.

Diesem Idealzustand annähernd gleichwertig, aber frei von dessen beiden Nachteilen ist die Lösung der Abb. 3. Sie zieht alle bei Abb. 2 in und unter dem Bergscheitel liegenden Weichen hinter diesen zurück, läfst nur ungekrümmte Gleise über den Bergscheitel in die Steilrampe treten und bringt dabei einen Gewinn an verringerter Beifahrlänge von je 102 m gegenüber der mittleren Länge in Abb. 1, also nur 10 m weniger als bei Abb. 2. Die verkürzte Weichenstrafse wird dabei besser nicht angewandt, da infolge des Wegfalls der Zweibogenweiche der Anschlufs von Gleis 8 an Gleis 7 erfolgen mufs und hiermit ein längerer mittlerer Beifahrweg als

bei der büschelförmigen Gleisentwicklung entsteht. Die Anordnung der Abb. 3 ist noch einfacher als die der Abb. 2, weil nur Normalweichen angewendet werden. Für scharfen Betrieb und einigermafsen gleichmäfsige Belegung der Einfahrgleisgruppe gibt die vorgeschlagene Lösung die weitestgehende Möglichkeit, bei Dienstleistung mehrerer Abdrücklokomotiven die Züge ohne gegenseitige Behinderung schon während des Ablaufs ihres Vorgängers an den Ablaufpunkt heranzufördern und damit die Vorteile kurz folgender Abläufe — die Frohne in seinem oben genannten Aufsatz für Abrollanlagen klar nachweist — auch für Ablaufberge zu sichern.

Die Leistungsfähigkeit eines nach Abb. 3 angelegten Berges ist erheblich gröfser als bei Anlagen nach Abb. 1; denn die ersparten 100 m Beifahrweglänge bringen bei 120 Achsen starken Zügen einen Gewinn von je etwa 1,4 Minuten Beifahrzeit*), machen also schon bei einer Bergbelegung von täglich 42 Zügen eine volle Stunde Arbeitszeit für die eigentlichen Ablaufvorgänge verfügbar. Bei Belastung des Berges mit stündlich vier Zügen beträgt der Leistungsgewinn 10 %.

Diese Zahlen weisen den Konstrukteur von Verschiebeanlagen eindringlich darauf hin, sich des Einfahrgruppen-Gle kopfes mit der gleichen Liebe anzunehmen, die er seit wenig Jahren in steigendem Mafse der Richtungsgruppenentwicklu entgegenbringt. Selbst in Fällen, wo bestehende Anlagen ein Verbesserungsversuch nahezu hoffnungslos erscheinen lass können durch sorgfältige Planungsarbeit noch recht günsti Lösungen gefunden werden. Dies erläutern die Abb. 4 und im zufällig herausgegriffenen Beispiel eines Bahnhofs im Ru gebiet: Trotz Einengung des Einfahrgruppenkopfes durch Strecke und andere Bahnhofsgleise ergibt sich mit nur geringfügig Änderung der letztgenannten eine Anordnung, die die mittle Beifahrlänge von 186 m des Zustandes der Abb. 4 auf r 93 m (Abb. 5) beschränkt. Den Ablaufbergleistungen kom damit ein Zeitgewinn von $1^1/_4$ Minuten für jeden Zug zugu

Ähnliche Fälle finden sich in reicher Zahl auf unse Bahnhöfen. Wo Schwierigkeiten im Ablauf betrieb entsteh werfe man deshalb auch einen Blick rückwärts nach der E fahrgruppe. Auch dort, nicht nur unterhalb des Ablaufberg sind vielfach der Leistungsfähigkeit des Berges, der Ausnu barkeit der Lokomotiven und häufig der wirtschaftlichen Arb des ganzen Bahnhofs Grenzen gezogen, die sich erfolgre beseitigen lassen.

*) Verfasser, Verkehrstechnische Woche 1927, H. 15, S. 177/178.

Ein Beitrag zur Verwendung der autogenen Schmelzschweifsung im Bahnerhaltungsdiens

Von Ing. Inspektor **Adolf Geiringer**, Bahnerhaltungssektion Budapest-Józsefváros der königl. ungarischen Staatseisenbahnen.

In Heft 19, Jahrgang 1926 dieser Zeitung erschien ein Bericht von Reichsbahnoberrat Perzl über die Anwendung der autogenen Schmelzschweifsung im Bahnerhaltungsdienste bei der Bauinspektion Weiden Opf.

Die Bahnerhaltungssektion Budapest-Józsefváros der königl. ungarischen Staatseisenbahnen hat solche Schweifsungen in vereinzelten Fällen durch Bestellung beim Werkstättendienste schon einige Jahre früher ausführen lassen. Im eigenen Betriebe wenden wir sie seit Januar 1923 regelmäfsig und überwiegend zu Zwecken an, die im Berichte Perzls blofs erwähnt oder gar nicht angeführt sind. Es dürfte daher erwünscht sein, unsere Erfahrungen als Ergänzung des genannten Berichtes zu veröffentlichen. Die darin bereits behandelten Verwendungsarten, die mit Ausnahme der Schwellenschweifsung fast alle auch bei unserer Bahnerhaltungssektion in Gebrauch sind, bedürfen keiner weiteren Erörterung und können daher im folgenden übergangen werden.

Zur Einführung der autogenen Schweifsung im eigenen Betriebe fühlten wir uns sozusagen genötigt, weil beständig die Notwendigkeit auftrat, gelockerte Gleitstühle und Drehpunktplatten an stark beanspruchten Weichen, deren Zahl auf unseren Linien bedeutend ist, hier oder dort zu befestigen. Wie bekannt, geben die Nieten an solchen schon nach Monaten nach, was zur vorzeitigen Abnützung der gelockerten Bestandteile und zu Einsenkungen an den Oberflächen der Längsplatten unter den gelockerten Stühlen führt. Hierdurch werden diese Längsplatten zu tadellosem Dienste bald ebenfalls ungeeignet. Es wurde daher seit 1923 an allen Weichen, deren Gleitstühle und Drehplatten gelockert waren, diese Bestandteile nicht blofs neugenietet, sondern auch noch autogen angeschweifst. Es bestand die begründete Erwartung, hierdurch weitere Lockerungen dieser Bestandteile in Zukunft zu verhindern, oder sie wenigstens auf längere Zeit hinauszuschieben. Wie bereits erwähnt, waren ja in vereinzelten Fällen solche Schweifsungen schon einige Jahre früher mit gutem Erfolge vorgenommen worden. Es ist selbstverständlich, dafs wir auf Grund derselben Überlegung auch an neuen Weichen vor ihrem Einbau die Anschweifsung genannter Bestandteile vornahmen. Anschweifsung ohne vorherige Annietung wurde auch versuchsweise nicht angewendet, weil dazu viel Eisen aufgeschweifst werden müfste. Dazu fehlt es aber schon an Raum, auch würden die Kosten v hältnismäfsig hoch. Von dem Wegfall des Nietens ist da nicht viel Ersparnis zu erwarten.

Die Schweifsung wird so durchgeführt, dafs an bei Enden der Stühle und Drehplatten Flufseisen angeschwe

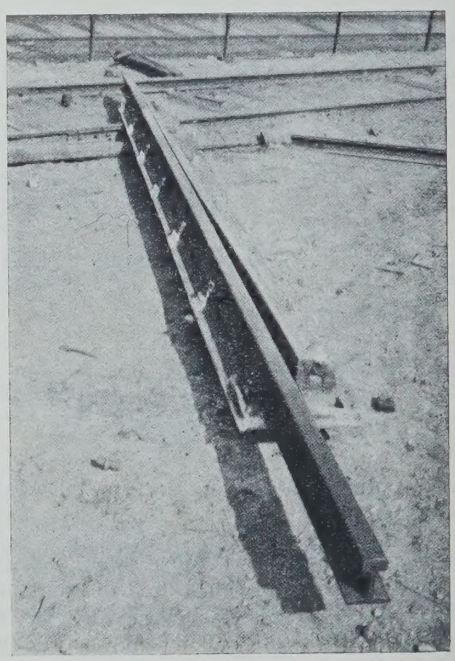


Abb. 1. Halbe Weiche. Gleisstühle und Drehpunktplatte sin angeschweifst.

wird (Abb. 1). Lockerungen an angeschweifsten Weic stühlen sind blofs anfangs in ganz wenigen Fällen vorgekom und zwar deswegen, weil zu geringe Eisenmengen aufgeschw worden waren. Es liegen nunmehr bereits 129 solche geschwe Weichen auf unseren Linien an Stellen besonders sta Beanspruchung. Darunter sind zwei, allerdings nicht im eig Betrieb geschweifst, die schon seit 1918 als Einfahrwei

Durchgangsgleisen einer Zwischenstation liegen und sowohl n Schnellzügen wie auch von Personen- und Güterzügen fahren werden, ohne dafs die geringste Lockerung an den hweifsstellen aufgetreten wäre.

Nach diesen Erfahrungen glauben wir, dafs bei gut ausführter Anschweifsung und Beibehaltung auch der Nietung, ie Lockerung der Gleitstühle und Drehplatten an Weichen hrend deren ganzen Liegedauer im allgemeinem ganz unwahrheinlich ist.

Die Wirtschaftlichkeit der Schweifsung ergibt sich aus gendem:

Die Kosten der Schweifsung betragen laut Zahlentafel ,99 Pengö. Bei neuen Weichen sind infolge der Schweifsung ne weiteren Mehrausgaben erforderlich.

Bei blofser Nietung fallen die Kosten der Schweifsung g, wogegen jedoch nach jeder Lockerung eine neue Nachtung erforderlich ist, deren Kosten jedesmal laut Zusammenllung Zeile 5 und 6, $26{,}93 + 23{,}52 = 50{,}45$ Pengö betragen.

Angenommen, dafs eine Schweifsung an stark beanspruchter eiche blofs zehn Jahre hält, was nach dem tadellosen Zustande bisher neun Jahre liegenden geschweifsten Weichen mit Recht genommen werden kann, und gesetzt, dafs während dieses traumes bei ungeschweifsten Weichen ein achtmaliges Nieten gelockerten Stühle notwendig wird, ergibt sich eine zur haltung notwendige Summe von $8 \times 50{,}45 = 403{,}60$ Pengö Weiche für zehn Jahre.

Die durch die Schweifsung erzielte Ersparnis beträgt also Weiche in zehn Jahren $403{,}60 - 64{,}99 = 338{,}61$, oder 86 Pengö jährlich.

In Wirklichkeit werden zwar die gelockerten Weichenhle nicht so oft befestigt, denn sie bleiben solange im gekerten Zustande, bis mehrere Stühle locker sind. Dies ergibt l eine Verminderung der Ausbesserungskosten, führt jedoch vorzeitiger Abnützung von Stühlen und Längsplatten, worauf on oben hingewiesen wurde. Der Wert der verhältnismäfsig geringen Schweifsungskosten kann daher richtig nur nach obiger Berechnung eingeschätzt werden. Bei den 751 Weichen unserer Sektion, von denen wenigstens 200 an stark beanspruchten, daher nach obigem in Rechnung zu nehmenden Stellen liegen, ergibt sich auf unseren Linien eine jährlich erzielbare, immerhin beträchtliche Gesamtersparnis von ungefähr: $200 \times 33{,}86 + 551 \times 33{,}86\ 2 =$ rund 16,100 Pengö. Hierbei ist angenommen, dafs der Rest von 551 Weichen nur halb so stark beansprucht wird.

Wir glauben daher auf Grund unserer Erfahrungen die Anwendung der autogenen oder elektrischen Lichtschweifsung zur Befestigung der Gleitstühle und Drehplatten sowohl beim Neubau, als auch bei der Erhaltung von Weichen empfehlen zu können, wobei die gleichzeitige Nietung insolange anzuwenden ist, als kein verläfsliches Verfahren bekannt ist, das sie entbehrlich macht.

Eine weitere vorteilhafte Verwendung der autogenen Schweifsung ist das Zusammenschweifsen gebrochener Kreuzungsstücke, die nahe an ihrem Ende, wo die Stöfse der Anschlufsschienen liegen, oft entzweibrechen. Da solche Brüche auch an sonst noch ganz tadellosen Kreuzungsstücken vorkommen, die dadurch ganz unbrauchbar werden, ist das Zusammenschweifsen solcher wertvoller gebrochener Stücke von erheblichem Nutzen.

Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, handelt es sich hier um das Zusammenschweifsen von Stücken bedeutender Stärke, es ist daher bei dieser Arbeit mit gröfster Gewissenhaftigkeit vorzugehen, weil sonst durch ungleichmäfsiges Erwärmen oder Abkühlen leicht Brüche eintreten.

Von solchen wieder zusammengeschweifsten Gufsstücken liegen auf den Bahnhöfen unserer Sektion bereits acht Stück, (das älteste seit 1924), darunter mehrere an stark beanspruchten Stellen, ohne dafs sich an ihren Schweifsstellen Mängel irgendwelcher Art gezeigt hätten. Brüche solcher geschweifster Stücke kamen blofs anfangs vor, weil unsere Facharbeiter noch nicht fertig eingerichtet waren.

Zahlentafel.

Teilarbeit	Erfordert Aufwand					Kosten			Bisher Neuwert mit Abzug des Schrotwertes	Ersparnis	Bemerkungen
	Facharbeiter	Hilfsarbeiter	Stoffkosten			Lohn einschl. 20% Zuschlag	Stoffkosten einschl. 10% Zuschlag	Zusammen			
			Carbid	Gas	Eisen						
	Stunden		kg	m^3	kg	Pengö					
Anschweifsen der Gleitstühle und Drehpunktplatten, je 1 St. Weiche	11	12	46	21	7	13,88	51,11	64,99	—	—	Die Kosten der blofsen Nietung siehe unter Zeile 5
An der Zungenschiene abgebrochenes Eckstück anschweifsen	2	4	4	2	0,5	3,29	4,64	7,93	146	*) 89,50	*) Mit Abrechnung von 30% des Neuwertes als durchschnittlicher Abnützungswert
Zuschweifsen und Neubohren ausgeschlagener Löcher an Zungenverbindungsstangen	2	2	2	1	0,2	2,45	2,30	4,75	16,20	11,40	Neubohrung erfolgt mit Handbetrieb
Zusammenschweifsen eines gebrochenen Kreuzungsstückes aus Gufsstahl	8	16	60	40	6	13,15	91,34	104,49	320,50	*) 141,20	*) Mit Abrechnung von 30% des Neuwertes als durchschnittlicher Abnützungswert
Gelockerte Gleisstühle und Drehpunktplatten annieten, je 1 St. Weiche	6,5	13	8,6 *)	4,5 *)	10	9,79	17,14	26,93	—	—	*) Die alten Nieten werden auch hier mittels des Schweifsapparates entfernt
Ausbau und Wiedereinbau der Weiche behufs Ausbesserung, Auf- und Abladen	—	56	—	—	—	23,52	—	23,52	—	—	

Nach Zeile 4 der Zahlentafel beträgt das durch die Zusammenschweifsung eines bereits bis zu 30% des Neuwertes abgebrauchten Kreuzungsstückes erreichbare Ersparnis 141,20 Pengö je Stück. Die Kosten der Zusammenschweifsung

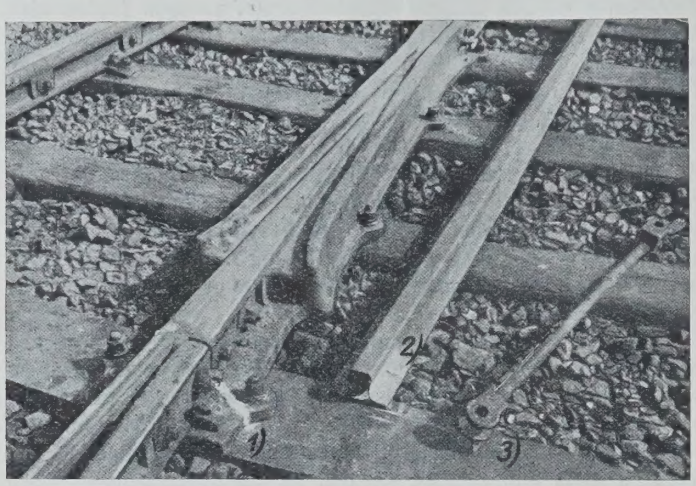


Abb. 2.
1) Durch autogene Schweifsung zusammengeschweifstes Kreuzungsstück. 2) Angeschweifste Zungenecke. 3) Zungenverbindungsstange mit ausgeschlagenen Löchern.

betragen 104,49 Pengö, während ein neues Kreuzungsstück abzüglich des Schrotwertes 320.50 Pengö kostet; daraus folgt, dafs die Schweifsung so lange wirtschaftlich ist, als die sonstige Abnutzung $^2/_3$ ihres zulässigen Grades nicht überschritten hat.

Weiter kann jedes beliebig abgenutzte Kreuzungsstück durch Auftragarbeit aufgefrischt werden; hierzu halten wir jedoch di autogene Schmelzschweifsung für nicht recht geeignet, weshal wir mangels einer elektrischen Schweifsungseinrichtung star abgenützte, gebrochene Kreuzungsstücke nicht mehr zusamme schweifsen.

In Abb. 2 ist eine Zungenschiene zu sehen, an der ein Schienenecke abgebrochen war und wieder angeschweifst wurd Da diese Ecke der Schiene gerade den Punkt bildet, der durc Einpassen unter eine entsprechende Nase das Umkippen de Zungenschiene zu verhindern berufen ist, mufste bisher jede solch Zungenschiene, die einen derartigen Bruch erlitt, in den Schro geworfen werden, selbst wenn sie sonst noch brauchbar wa Durch die Schweifsung werden, nach Zeile 2 der Zahlentaf rund 89,50 Pengö erspart, wenn die sonstige Abnützung de Zunge 30% des Neuwertes beträgt. Diese Schweifsung wird hie erst in neuerer Zeit betrieben; bisher sind nur wenige solche Stücke kurze Zeit im Gebrauch, weshalb diesbezüglich noc nicht eingehender berichtet werden kann.

Ausgeschlagene Bohrungen erneuern wir durch Vol schweifsen der lang gewordenen Löcher, die dann neu geboh werden.

Solche Arbeiten werden hauptsächlich bei Weichenzunge gestängen angewendet. Die Wirtschaftlichkeit solcher Schweifs ungen ist aus Zeile 3 der Zusammenstellung ersichtlich, wonac die erreichte Ersparnis hier 11,40 Pengö für eine Verbindung stange beträgt. Da die Notwendigkeit solcher Ausbesserunge sehr häufig ist, ergibt sich aus dieser Schweifsung eine beträch liche Ersparnis.

Wir hoffen mit diesen Erfahrungen aus unseren bisherige Arbeiten Anregungen für weitere erfolgreiche Arbeiten gegebe zu haben.

Berichte.

Werkstätten, Stoffwesen.

Beseitigung des Prämiensystems in den Ausbesserungswerkstätten der kanadischen Eisenbahn.

Nach der Vereinigung verschiedener Eisenbahngesellschaften in Canada unter dem Namen „Canadian National Railways" war es notwendig geworden, in den Ausbesserungswerkstätten eine einheitliche Bezahlung der Arbeiterschaft herbeizuführen. In verschiedenen Werkstätten gewährte man neben dem Arbeitslohn Prämien, die man nach bestimmten festen Tabellen berechnete. Die Vergütung erfolgte bei den einzelnen Dienststellen in verschiedener Höhe.

Zur Herbeiführung einer einheitlichen Entlohnung wurde im Jahre 1925 eine Kommission gewählt zum Studium der Frage, welche Bezahlungsart für den Arbeitgeber und Arbeitnehmer am vorteilhaftesten sei. Diese Kommission bestand zu gleichen Teilen aus Arbeitervertretern und Beamten.

Auf Grund der eingehenden gemeinsamen Studien der beiden Parteien kam man zu dem Ergebnis, dafs die Prämiensysteme für beide Teile gleich unvorteilhaft seien. Daher wurde ihre Beseitigung und eine allgemeine Lohnerhöhung für alle Arbeitnehmer um zwei Cents pro Stunde beschlossen.

Diese Entlohnung der Arbeiter wird seit Dezember 1926 durchgeführt. Die Gesamtausgaben der Verwaltung für Arbeitslöhne liegen etwas niedriger, als bei der alten Entlohnungsart.

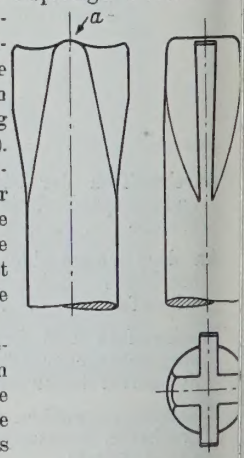
Eine nähere Angabe über die Art der Prämienentlohnung und die Gründe der Nichtbewährung ist in dem Artikel nicht enthalten.

Bulletin, März 1927. Scherer.

Neues Schneidwerkzeug für Hilfszüge.

Bei Eisenbahnunfällen fehlte es bisher an geeigneten Einrichtungen zur Rettung verletzter Personen, die sich innerhalb zertrümmerter Wagen befanden und von aufsen nur durch gewaltsame Herstellung einer Öffnung in den Wagenwänden zu erreichen waren. Sofern es sich um Hindernisse aus Holz handelte, konnten Handsäge und Beil allenfalls helfen. Die Verkleidung aus Eisenblech von 2 bis 3 mm Stärke war jedoch nur mit dem Schneidbrenner zu entfernen. Hierbei war es unvermeidlich, dafs die Stichflamme des Brenners selbst oder Rauch- und Schwelgase, die sich bei der Entzündung oder Erhitzung der unter dem Eisenblech befindlichen Hol teile entwickelten, den Verletzten in ernstliche Gefahr bracht (Brandwunden, Erstickung).

Es ist nunmehr gelungen, einen Prefsluftmeifsel herzustelle mit dem in kürzester Zeit auch die stärksten Bekleidungsbleche d Personenwagen glatt durchschnitten werden können, so da schnellstens eine Öffnung hergestellt wird, durch die der Verletz aus dem Wagen befreit werden kann. Die ursprünglich vorhanden Bedenken, dafs der Zustand von Schwerverletzten durch das Geräusch des arbeitenden Meifsels und etwa auftretende Erschütterungen verschlimmert werden könnte, haben sich als nicht stichhaltig erwiesen (auch nach ärztlichem Gutachten).



Meifsel für Prefsluft hämmer zum Auf schneiden der Blech verkleidung an den Eisenbahnwagen.

Der Hilfszug Wanne (Reichsbahn-Maschinenamt Essen 1) ist als erster mit einer Anzahl derartiger Meifsel ausgerüstet. Die Meifselform ist aus nebenstehender Skizze ersichtlich. Von besonderer Bedeutung ist die richtige Ausbildung der Fläche a, die das Aufrollen des Spans bewirkt.

Der Meifsel ist doppelseitig ausgeführt, damit beim etwaigen Stumpfwerden einer Seite nach längerer Arbeit sofort die andere Seite benutzt werden kann, ohne dafs ein Auswechseln des Werkzeuges nötig ist.

Der Prefsluftmeifselhammer, der sich für das Zerschneiden der Bleche am besten eignet, besitzt ein Gewicht von zirka 5 kg. Die Arbeitsgeschwindigkeit des Meifsels beträgs 3 cm pro Sekunde bei 2 mm Blechstärke, übersteigt a die Arbeitsgeschwindigkeit eines Schneidbrenners beträchtlich; Schnittflächen sind durchaus glatt. Zur raschen Entfernung Holzteile werden elektrisch angetriebene Bohrer und eine Kreiss verwendet. Reichsbahnrat Haldy, Essen

Allgemeines.

Eine neue bolivianische Eisenbahnverbindung.

Vor kurzem sind Verhandlungen zwischen argentinischen Unter-rn und der bolivianischen Regierung zum Abschlufs gekommen, die beteiligten argentinischen Firmen den Auftrag übernommen eine Eisenbahnverbindung von etwa 203 km Länge von Atocha Villazon zu bauen. Die Spurweite wird 1 m entsprechend ivian üblichem Mafs betragen. Zwischen Atocha und Tubiza, deutendsten Stadt an dieser Linie, etwa auf halbem Wege der e gelegen, folgt die Streckenführung einzelnen Flufsläufen, er Alleta, dann dem Chorro und schliefslich dem Chalviri. l der Chorro wie der Chalviri fliefsen in ziemlich steilen Wild-tten, die die neue Eisenbahn überwinden mufs. In einer Länge km machen sich mehrfach recht schwierige Streckenkonstruk-nötig. 10 km dieser Strecke erfordern ausgedehnte Erdarbeiten, je 1 km etwa 90 000 m³ Erde zu bewegen sind. Südlich von läuft die Eisenbahn im Tal des Chalviri-Tolima Flufs bis zu einen Ort Nazareno. Von da führt der Schienenweg in 30 km r bedeutender Steigung auf das Altiplano und dann über eine förmige Hochebene bis nach Villazon. Die Linie liegt zwischen 9500 bis 14 000 Fufs über dem Meeresspiegel. Die gröfste Steigung beträgt etwa 3%, die schärfste Streckenkrümmung im allgemeinen 11° mit Ausnahme im Distrikt des Chorro Quebrada, wo 14 Grad-kurven vorgesehen sind. Diese Begrenzungs- bzw. Bemessungsgrund-sätze entsprechen denen der bolivianischen Eisenbahn, die bis nach Atocha führt. Die Schwellen bestehen entweder aus Quebrachoholz oder aus Douglasfichte. An Quebrachoholzschwellen sind auf den Kilometer etwa 1500 vorgesehen, während die Kilometerstrecke bei Douglasfichtenmaterial mit 1800 Schwellen unterbaut wird. In besonders scharfen Kurven wird der normale Schwellenbau durch 200 Zusatzschwellen für den Kilometer noch besonders gestützt. Zur Befestigung der Schwellen sollen ausnahmslos Schwellenschrauben zur Verwendung kommen. Die Überführung über den Tolima erfordert ziemlich schwierige Brückenbauten. Für die Überbrückung sind vier 20 m lange Brückenbogen erforderlich. Zur Stützung der Bahn-brückenbauten werden hauptsächlich grofse Stützpfeiler aus Stein errichtet, die oben durch Eisenbeton verstärkt werden. In den ersten 15 km der Strecke kurz hinter Atocha werden die drei dort erforder-lichen Brückenpfeiler aus Holz ausgeführt, weil in diesem Gebiete Steinmaterial nicht zur Verfügung steht. M-r.

Lokomotiven und Wagen.

Die Still-Lokomotive von E. Kitson-Clark.

chon seit Jahren beschäftigt man sich in England sehr leb-it dem Entwurf einer brauchbaren Lokomotive nach dem rfahren, d. h. mit vereinigtem Diesel- und Dampfantrieb*). :son-Clark tritt neuerdings mit einem Entwurf an die chkeit, der zwar erst im Bau begriffen und daher noch nicht und noch stark umstritten ist, der aber andererseits doch nd eingehender Modellversuche durchgearbeitet wurde und mmerhin wesentlich mehr Beachtung verdient als die meisten derartigen Entwürfe.

maschine verfügbare Wärmemenge nutzbar zu verwerten. Allerdings darf man dabei nicht übersehen, dafs ein Hauptvorteil der Diesel-lokomotive, nämlich die Tatsache, dafs bei ihr der Kessel als der empfindlichste Teil der Dampflokomotive wegfällt, bei Anwendung des Still-Verfahrens wieder teilweise verloren geht.

Die in Textabb. 1 dargestellte Still Lokomotive von Kitson-Clark besitzt die Achsanordnung 1 C 1; der Achsdruck der Kuppelachsen beträgt 17 t. Die Abmessungen sind so gewählt, dafs die Loko-motive für den üblichen Personenzugdienst der englischen Bahnen Verwendung finden kann. Die vorgesehene Zugkraft soll 11 000 kg

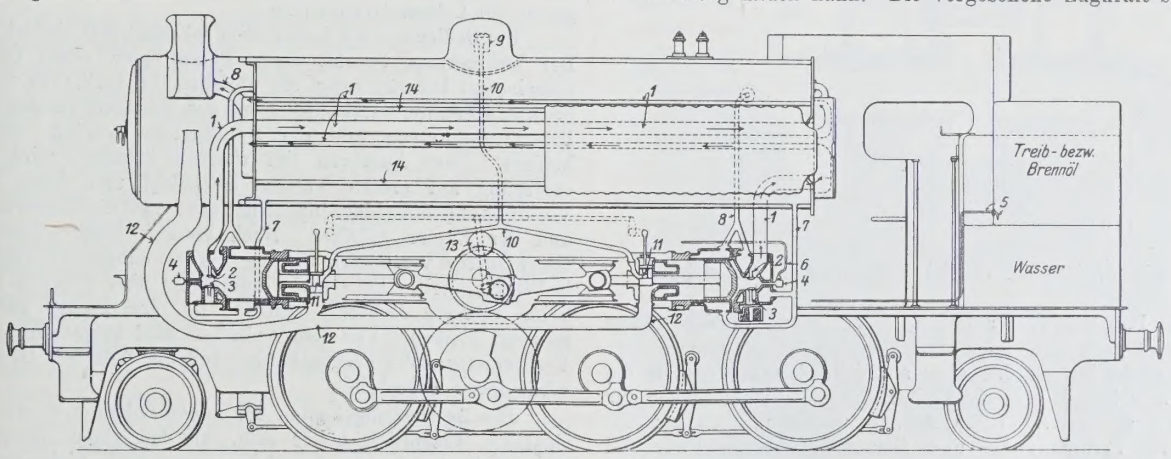


Abb. 1. Kitson-Still-Lokomotive.

1 Auspuffrohr für Verbrennungsmaschine.
2 Auslafsventil für „
3 Einlafsventil für „
4 Brennstoffventil für „
5 und 6 Zuleitungen für Brennstoff.
7 Kühlwasserzuleitung.
8 Kühlwasserableitung.
9 Dampfregler.
10 Dampfeinströmrohr.
11 Kolbenschieber für Dampfmaschine.
12 Dampfausströmrohr.
13 Neuerung für Dampfmaschine.
14 Heizrohre

vei Gedanken haben den Weg zum Still-Verfahren gewiesen. its ist es bis heute noch nicht gelungen, einen Dieselmotor affen, der die für den unmittelbaren Antrieb einer Loko-erforderliche Anpassungsfähigkeit besitzt und damit die eg mehr oder weniger teuren, schweren und unwirtschaftlichen zungsmittel ausschalten würde. Die Dampflokomotive besitzt npassungsfähigkeit im höchsten Mafs; es lag daher gerade n Lokomotivkonstrukteur nahe, die Vorteile der Dampf-ie mit denen des Dieselmotors zu vereinigen. Dabei mufste f der anderen Seite noch als zweiter Vorteil die Möglichkeit , die in den Abgasen und im Kühlwasser der Verbrennungs-

bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h, 3200 kg bei einer solchen von 70 km/h betragen.

Beim Entwurf der Lokomotive wurde die unmittelbare Kraft-übertragung von der federnd gelagerten, hin- und hergehenden Antriebsmaschine auf die Räder mit Hilfe von Treib- und Kuppel-stangen angestrebt, weil mit ihr der beste Wirkungsgrad zu er-warten war; die Zwischenschaltung eines Zahnradvorgeleges liefs sich aber nicht umgehen, wenn man nicht mit den Zylinder-abmessungen und Kolbendrücken Schwierigkeiten bekommen wollte. Sämtliche acht Zylinder arbeiten jetzt in zwei, vorn und hinten liegenden Gruppen von je vier Stück auf eine Kurbelwelle mit vier Kurbelarmen, die beiderseits im Hauptrahmen gelagert ist. Ebenfalls im Hauptrahmen gelagert ist eine Blindwelle, auf die das Vorgelege

*) Organ 1924, S 43.

arbeitet. Die Bewegungen des Federspiels werden erst von den Kuppelstangen zwischen Blindwelle und Kuppelachsen aufgenommen.

Textabb. 2 zeigt die Einzelheiten der Getriebeanordnung im Querschnitt. Das obere, treibende Zahnrad ist als Mittelstück zwischen die beiden Hälften der Kurbelwelle eingesetzt; das untere, angetriebene ist auf die Blindwelle aufgesetzt, sein Zahnkranz ist gefedert. Das ganze Getriebe ist in ein Gufsgehäuse eingeschlossen; alle Teile stehen unter Prefsölschmierung. Das abtropfende Öl wird am Boden des Gehäuses gesammelt, gereinigt, gekühlt und wieder verwendet. Das Übersetzungsverhältnis der Zahnräder beträgt 1,878 : 1. Seine Festlegung bot mancherlei Schwierigkeiten insofern, als man Rücksicht nehmen mufste auf die Einhaltung der Umgrenzungslinie, inbesondere hinsichtlich des Abstandes von der Schienenoberkante, auf geeignete Schwerpunkthöhe usw., während andererseits nach oben zu der Kessel hindernd im Weg lag. Nach der Wahl der Übersetzung konnten schliefslich die Zylinderabmessungen mit je 343 mm Durchmesser und 394 mm Hub bestimmt werden.

Nachdem die Lokomotive in ihrer Form und den Hauptabmessungen festgelegt war, entschlofs man sich eine Versuchsmaschine zu bauen, an welcher die Einzelheiten der Maschine, die zweckmäfsigste Zylinderform, die Bauart der Ventile usw. auf Grund eingehender Versuche durchgebildet werden sollten. Die Versuchsanlage erhielt nur einen Still-Zylinder, dazu ein 15 t schweres

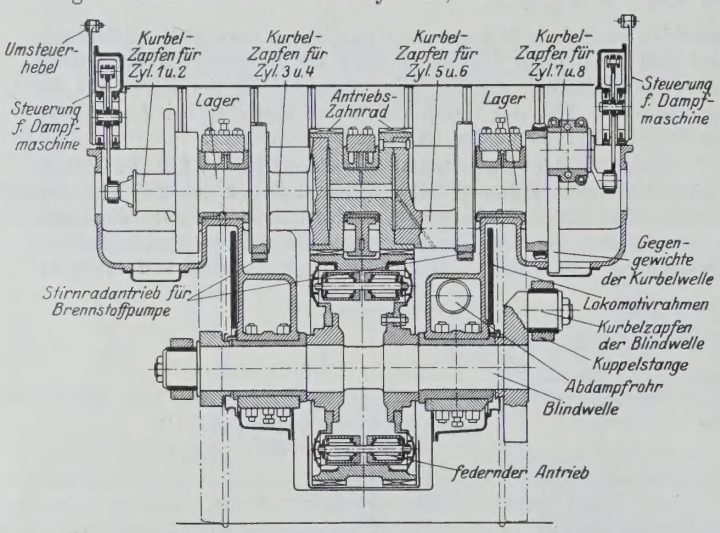


Abb. 2. Einzelheiten der Getriebeanordnung im Querschnitt.

Schwungrad. Das Kühlwasser des Zylinders stand in Verbindung mit einem kleinen, stehenden Dampfkessel. Die Abgase der Verbrennungsmaschine wurden aber abweichend vom Plan für die Lokomotive zum Zweck besserer Beobachtungsmöglichkeit nicht zur Kesselheizung verwertet. Diese Anlage wurde mit 30 bis 450 Umdr./Min. im Verbrennungs- und Dampfteil solange eingehend untersucht und immer wieder abgeändert, bis schliefslich die geeignetste Form gefunden war.

Die Verbrennungsmaschine arbeitet im Viertakt ohne Kompressor und ist umsteuerbar. Die Brennstoffpumpe wird von der Kurbelwelle aus über Stirnräder durch eine Nockenwelle angetrieben. Die Dampfseite besitzt eine Steuerung nach Hackworth. Bei ihr wird die Steuerbewegung von einer am Kurbelzapfen sitzenden Gegenkurbel auf einen zweiarmigen Hebel übertragen. Der Drehpunkt dieses Hebels ist als Stein in einer Schwinge gelagert und seine Stellung in der Schwinge bestimmt die Füllung und Bewegungsrichtung. Beim Anfahren soll die Füllung 75% betragen, im Regellauf dagegen nur 6%. Mit dieser Füllung kann der mit den Auspuffgasen erzeugte Dampf gerade verwertet werden. Die symmetrische Anordnung der Zylinder, die innerhalb jeder Maschinenseite um 180°, zwischen den beiden Gruppen um 90° versetzt sind, gestattet es, mit insgesamt nur zwei Steuerungsgetrieben für sämtliche acht Zylinder auszukommen. Der ganze Antrieb samt der Steuerung liegt in dem schon erwähnten Gufsgehäuse mit Prefsölschmierung.

Der Kessel ist so einfach als möglich durchgebildet worden. Er dient zunächst als Erzeuger des zum Anfahren erforderlichen Dampfes mittels einer Ölfeuerung. Sein Wasserraum steht aufser mit dem Kühlwasser der Zylinder in Verbindung und schliefs geben auch die Abgase in einem besonders eingebauten Rohrbü noch einen Teil der in ihnen enthaltenen Wärmemenge in ihm wobei zugleich das Auspuffgeräusch gedämpft werden soll.

Die Heizfläche der Ölfeuerung besteht aus einer Wellr feuerbüchse und einem zur Rauchkammer führenden Rohrbünde ähnlicher Anordnung wie beim Regellokomotivkessel. Die Feuer ist nur beim Anfahren und bei starker Beanspruchung der L motive in Tätigkeit; im übrigen bleibt nur eine Zündflamme geschaltet. Die Feuerbüchse ist allseitig geschlossen; die erforderl Luft wird vorgewärmt mittels Ventilators zugeführt. Die Ab heizfläche ist von der Heizfläche der Ölfeuerung getrennt. Abgase der vier vorderen Zylinder gehen durch zwei weite, re und links im Kessel liegende Rohre von vorn nach hinten und d durch ein Bündel engerer Rohre wieder nach vorn zur Rauchkamr der Auspuff der vier hinteren Zylinder tritt hinten in ein Rohrbü ein und geht ebenfalls nach vorn. In der Rauchkammer schlie beide Bündel an einen besonderen Sammelbehälter an, von dem Gase durch den ringförmigen Schornsteinmantel entweichen. Trennung von der eigentlichen Rauchkammer soll vermeiden, eine etwaige Blasrohrwirkung der Abgase die Ölfeuerung beeinf oder, wenn nur die Zündflamme brennt, diese zum Erlöschen bri Durch die Verbindung des Kesselwassers mit den Kühlmänteln Zylinder wird ein Wasserkreislauf gebildet, der die Dampferzeug nachhaltig unterstützt. Die Dampferzeugung der Verdampfu heizfläche wird zu 3600 kg/h angegeben.

Die Beschränkung durch die Umgrenzungslinie liefs es n zu, dafs für jeden Zylinder an der Kurbelwelle ein besonderer A im ganzen also acht, vorgesehen werden konnte. Es wurden da wie schon oben erwähnt, jeweils zwei gegenüberliegende Zyli an einen Kurbelarm angeschlossen, so dafs man eine vier gekröpfte Welle erhielt, die dafür recht kräftig ausgeführt we konnte. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, liegt die Dampfseite Zylinder gegen die Mitte der Lokomotive, die Verbrennungs gegen die Lokomotivenden zu.

Die Bedienung der Lokomotive ist möglichst einfach vorgese Der Führerstand enthält einen Dampfregler, einen Ölregler, gemeinsame Umsteuerung, die üblichen Handgriffe für die Luftsa bremse, einen Zylinderhahnzug und den Handgriff für den Sandstr Die Strahlpumpen und die Handbremse werden vom Mitfa bedient. Zum Anfahren (im warmen Zustand) wird die Da steuerung auf gröfste Füllung ausgelegt und damit zugleich Verbrennungsmaschine eingestellt; dann wird die Ölfeuerung anges und der Regler geöffnet. Nach einigen Umdrehungen wird Dampfzutritt verringert und die Verbrennungsseite tritt allmä in Wirksamkeit. Bei Geschwindigkeiten über 10 km/h kann, s keine gröfsere Leistung verlangt ist, der Dampf auch ganz gesperrt bleiben. Vor dem Anhalten wird umgekehrt zunächs Verbrennungsseite ausgeschaltet, sodann, falls mit Dampf gefa wird, dieser abgestellt.

Die Beschaffungskosten der neuen Lokomotive werden vo sichtlich wesentlich höher sein, als bei einer Dampflokomo Dies ist in Anbetracht der vielen neuen Teile nicht zu vermei immerhin wird beispielsweise der Kessel infolge seiner einfa Bauart billiger sein als bisher. Dafür rechnet Kitson-Clark geringeren Unterhaltungskosten; insbesondere glaubt er in Werkstätten die schweren Hebezeuge vermeiden und mit e 6 t-Kran (entsprechend dem Gewicht des Kessels als des schwe Teiles) auskommen zu können, sofern man für das Aufbringen ganzen Lokomotive auf die Räder Hebeböcke verwendet. V aber auch der Kessel der vorliegenden Lokomotive nur 6 t w so mufs doch für die heutigen Lokomotivleistungen mit minde doppelt so grofsen Lokomotiven gerechnet werden; der Kessel dann ebenfalls entsprechend schwerer werden.

Der Brennstoffverbrauch soll bei den Vorversuchen nie als 167 g/PSih betragen haben. Man wird nun allerdings im L motivbetrieb nicht die gleich günstigen Werte erzielen können auf dem Prüfstand; dafür sind die Laufzeiten meist zu kurz die verlangten Leistungen zu ungleichmäfsig. Kitson-Cl nimmt einschliefslich des Verbrauchs für die Kesselfeuerung Gröfstverbrauch von 180 g/PSih für Streckenfahrten an und re damit, dafs seine Lokomotive für eine jährliche Fahrtleistung 55000 km etwa für 10000 RM Brennstoff verbrauchen wird,

lfte einer Dampflokomotive; der Wasserverbrauch soll etwa hnten Teil einer Dampflokomotive betragen. Wie weit diese men zutreffen, werden erst die Versuchsfahrten zeigen müssen, einigen Monaten aufgenommen werden sollen.

n folgenden sind noch die Hauptverhältnisse der Lokomotive nengestellt:

hl und Arbeitsweise der Zylinder	8 Stck. Viertakt
ıder: Durchmesser und Hub	343×394 mm
setzungsverhältnis	1,878 : 1
lumdrehungszahl der Maschine	450 Umdr./Min.
prechende Lokomotivgeschwindigkeit	73 km/h
ste Leistung der Verbrennungsseite allein	1000 PSi
„ „ Verbrennungs- und Dampfseite zusammen	1200 „
erung:	
hl der Rohre	119 Stck.
hmesser der Rohre, aufsen	44 mm
länge	2743 „
läche der Rohre	45,5 m²
„ „ Feuerbüchse	6,7 „
„ „ Ölfeuerung — im Ganzen —	52,2 „
ıinhalt der Feuerbüchse	1,1 m³
heizung:	
hl der Rohre	36 und 2 Stck.
hmesser der Rohre, aufsen	70 und 165 mm
länge	5283 „
läche der Abgase	47,0 m²
at an Wasser	4,5 m³
„ Brennstoff	1,8 „
„ Schmieröl	0,385 „

ngineering 1927, Nr. 3196 und 3197.) R. D.

Neuerungen im mechanischen Aufbau elektrischer Schnellzuglokomotiven.

ei der Eröffnung der elektrifizierten Strecke Paris-Vierzon ist hweit erneut auf die grofse Leistungsfähigkeit elektrischer zuglokomotiven aufmerksam gemacht worden. Die von der erischen Lokomotivfabrik Winterthur gelieferte Lokomotive yp 2-A_4-2 legte die Strecke Vierzon-Paris in 1 Stunde 57 Mi- nit einer Durchschnittgeschwindigkeit von 105 km/Std. zurück, d eine Höchstgeschwindigkeit von 125 km/Std. auf längere n eingehalten wurde. Solche Leistungen wurden bisher von Schnellzuglokomotive in Europa erreicht. Die für eine ıle Geschwindigkeit von 130 km/Std. gebaute Lokomotive ist m Einzelachsantrieb Bauart Brown Boveri & Cie ausgerüstet. ine wesentliche Neuerung dieser Maschine besteht in der lung des Drehgestelles mit dem Fahrzeugrahmen mittels er Zwischenglieder (Abb. 1). Diese Anordnung bezweckt, die erbewegungen des Drehgestelles bei Fahrt in der Geraden erdrücken. Zu diesem Zwecke ist der mit dem Fahrzeug- fest verbundene Zapfenträger A beiderseits mit je zwei nklig gegeneinander stehenden schiefen Ebenen B und C n. Auf diesen rollen sich die an Hebelpaaren befestigten ellrollen ab, die die Verbindung zwischen Zapfenträger und stell bilden. Die Rückstellfedern D und E wirken somit Zwischenschaltung der zangenartigen Hebelpaare F und G, bei allen Seitenausschlägen die Rückstellkraft nahezu kon- leibt. Eine Drehung des Drehgestelles erzeugt Federkräfte, ıe Rückstellung in die Mittellage anstreben. Mittels geeignet ıchter Anschläge, die das freie Spiel in der Mittellage der ıare F und G begrenzen, werden diese Rückstelldrehmomente ch aufgehoben und durch eine seitlich wirkende Kraft ersetzt, die Drehung von einer seitlichen Verschiebung des Dreh- s begleitet wird, also bei der Einfahrt in die Kurven. Der Abbildung zu sehende Lappen H diente Versuchen über eine Lage des Drehzapfens.

ür die Schweizerischen Bundesbahnen wurde in thur eine neue Schnellzuglokomotive entworfen, die vor kurzem triebe übergeben worden ist. Sie ist bestimmt für die Be- ng schwerer Schnellzüge, für die die Leistung der normali- 2-A_3-1 Lokomotive nicht mehr genügt. Im Aufbau ist sie nachgebildet, besitzt allerdings vier Triebachsen, während istungsfähigkeit gegenüber der früheren um 33 % vergrölsert ist. Die Höchstgeschwindigkeit ist von 90 auf 100 km/Std. erhöht worden. Neben dem BBC-Antrieb wurde die erste Lokomotive dieser Gattung versuchsweise mit dem sogenannten „Java"-Drehgestell ausgerüstet, das sich besonders für grofse Fahrgeschwindigkeiten auf kurvenreichen Strecken bewährt hat*). Bei dieser Anordnung ist eine Endtriebachse und die ihr vorgesetzte Laufachse zu einem Drehgestell vereinigt, dessen Drehzapfen unmittelbar hinter die Triebachse verlegt ist (Abb. 2). Das Drehgestell ist mittels Kugelzapfen an einer Querverbindung des Hauptrahmens angelenkt,

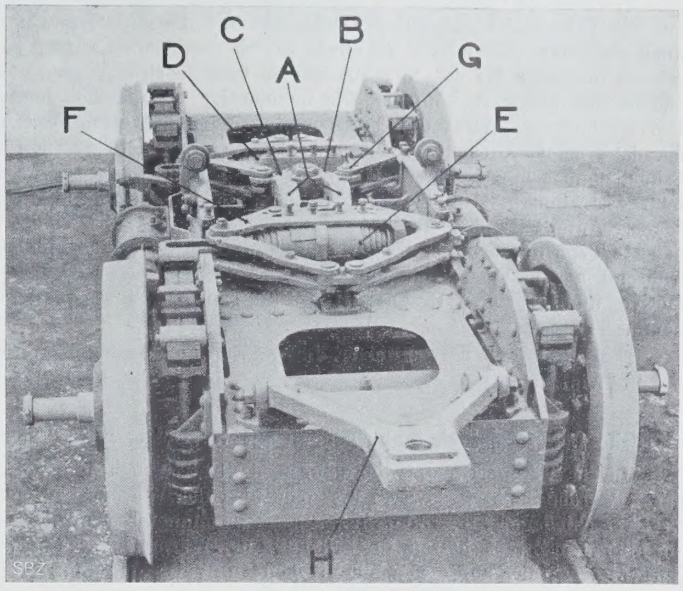


Abb. 1. Laufräder-Drehgestell der Lokomotive der Paris-Orléans Bahn.

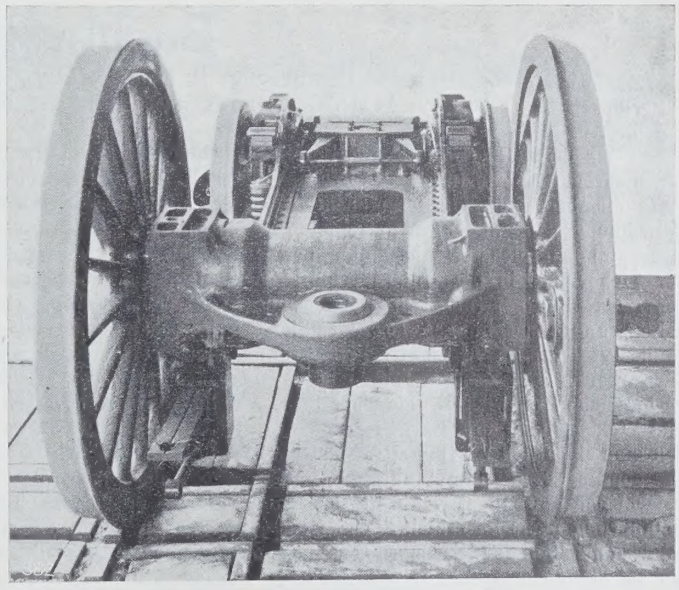


Abb. 2. Sogen. „Java-Drehgestell" der Schweizer Lokomotivfabrik Winterthur.

so dafs es sich um diesen Punkt, innerhalb gewisser Grenzen, frei bewegen kann. Nicht nur die Laufachse, sondern auch die Triebachse erfährt somit in der Kurve eine gewisse Abdrehung gegenüber der Lokomotiv-Mittelebene und pafst sich unabhängig vom Hauptrahmen der Gleiskrümmung an. Das „Java"-Gestell verhält sich somit in bezug auf den Lauf genau gleich wie ein gewöhnliches Drehgestell. Als Neuerung gegenüber der bisherigen Ausführung

*) Diese Neuanordnung fand ihre erste Anwendung im Jahre 1924 für Schnellzuglokomotiven der Niederländisch-Indischen Staatsbahnen auf Java, woher die Typenbezeichnung stammt.

ist die Laufachse im Drehgestell selbst als Adamsachse ausgebildet; sie kann somit, gegenüber dem Drehgestell, einen zusätzlichen seitlichen Ausschlag ausführen und schmiegt sich dementsprechend für sich der Kurve an. Daraus ergibt sich beim Kurvenlauf das denkbar beste Anliegen der Spurkränze beider Achsen an die Schiene und dementsprechend bedeutend geringere Abnutzung von Rad und Schiene. In Winterthur sind gegenwärtig 22 Maschinen dieser Gattung Ae $^4/_7$ im Bau.

Als weiterer bemerkenswerter Typ befindet sich gegenwärtig eine breitspurige Schnellzuglokomotive in Ausführung, die in bezug auf die Fahrgeschwindigkeit die Maschine der Paris-Orléans-Bahn noch übertrifft. Sie ist für die Great Indian Peninsula Railway bestimmt und mufs bei den Abnahmefahrten eine Geschwindigkeit von 136 km/Std. einhalten können. Die Lokomotive ist mit dem neuen Universalantrieb „Winterthur" ausgerüstet, einem Einzelachsantrieb, der dank seiner Anordnung sich sowohl für Güterzug- als auch für Schnellzugmaschinen eignet. Mit Rücksicht auf die verlangte hohe Fahrgeschwindigkeit mufste der Ausbildung des Laufwerkes besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Deshalb wird auch diese neueste Type mit dem bereits erwähnten „Java"-Gestell ausgerüstet, während am anderen Ende der Maschine das bei der P. O.-Lokomotive nun erprobte Drehgestell „Winterthur" zur Anwendung kommt.

(Mitgeteilt von der Schweizer. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.)

Versuche der dänischen Staatsbahnen mit Wärmeisolationsmitteln.

In der Versuchsanstalt der dänischen Staatsbahnen in Kopenhagen wurden bemerkenswerte Versuche über den Wärmeisolationswert verschiedener Stoffe und Stoffzusammenstellungen gemacht, die vor allem den Zweck hatten, die Erhöhung der Wärmeisolation durch Zurückwerfen der auf die Wände treffenden Wärmestrahlung festzustellen.

Die Versuche bezogen sich auf niedrige Wärmegrade und geringere Wärmeunterschiede (Bau- und Kühltechnik), auf höhere Wärmegrade und gröfsere Wärmeunterschiede (Kessel, Dampfr usw.) und endlich auf Versuche an Eisenbahn-Kühlwagen.

Für die Versuche mit niedrigen Temperaturen war eine elektrische Erwärmung eingerichtete Wärmekammer hergestellt, der ein Wandteil von 0,6/0,6 m zur Einbringung des Versuchsst auswechselbar war. Die Versuche wurden im übrigen bei Zim wärme ausgeführt.

Es zeigte sich, dafs eine halbblanke galvanisierte Eisenp ungefähr ebenso gut isolierte wie eine dichte Wand von gehob und gefalzten Brettern von 22 mm Stärke. Dafs schwarzes Eisenb mit Walzhaut nicht schlechter isoliert als 0,8 mm starke Dachpa ist auf den bedeutenden Übergangswiderstand zwischen festen luftförmigen Stoffen, wenn die Luft in Ruhe ist, zurückzufüh Blankes, verzinntes Eisenblech isoliert wesentlich besser als doppelte Lage Wellpappe.

Auch die Versuche mit Isolierung bei höheren Wärmegr und gröfseren Wärmeunterschieden (Kessel usw.) zeigten einen deutenden Isolationswert der spiegelnden Flächen. Jede Isol mit schlechten Wärmeleitern kann bei Umschliefsung mit spiegel Flächen wesentlich verbessert werden, besonders wenn die zwisc und umliegende Luft am Umlauf und an der Erneuerung gehin wird.

Auf Grund der Prüfungsversuche wurde in der Zentralwerks in Kopenhagen in den hohlen Wänden eines Kühlwagens eine Isol mit reflektierenden Wandflächen angebracht und zwar wurde die Se wand folgendermafsen hergestellt: aufsen Verkleidung aus 2 starken Brettern, dann eine Lage Teerpappe, 15 mm Luftsch Fläche aus beiderseits blankem Weifsblech, wieder 15 mm Luftsch eine Lage Wellpappe, die Wellen nach innen, eine Lage Alumin folie 0,009 mm, wieder 15 bis 20 mm Luftschicht, eine Lage pappe und zuinnerst wieder Holzverschalung. Das Isolationsverg wurde mit dem gewöhnlichen Kühlwagen mit Korkplatten vergl und durch Schaulinien dargestellt. Es zeigte sich ein wesentl Vorzug der neuen Isolierung, die in der Folge noch weiter verbe werden wird. Dr. Sall

(Ingenioeren 1927, Heft 2.)

Buchbesprechungen.

Tolkmitt, Bauaufsicht und Bauführung, 3. Band, 5. Auflage, Berlin 1927, Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn, Preis geb. 8,70 RM.

Nach dem Untertitel sollen „Berechnung und Ausführung von Ingenieurbauten" den Inhalt des Buches bilden, wobei unter Berechnung offenbar nicht die formgebende, sondern die wirtschaftliche Berechnung gemeint ist. Am reinsten kommt dieses Ziel in dem ersten, umfangreichsten Abschnitt über Wasserbau zum Ausdruck, der sachgemäfs in die Unterabschnitte Allgemeines, Vorbereitung der Bauausführung (nebst Kostenanschlägen), Bauausführung, Abnahme und Abrechnungen sowie schliefslich Unterhaltungsarbeiten gegliedert ist. Im Abschnitt Eisenbahnbau sind vornehmlich die Gleisarbeiten aus der Gestaltung des Oberbaues und der Gleisverbindungen entwickelt, die sonstigen Abschnitte über Strafsen- und Wegebau, Be- und Entwässerung der Städte und über Brückenbau sind eigentlich nur kurzgefafste Lehrhefte dieser Baufächer ohne Erschöpfung der Baudurchführung. Die Einteilung des Stoffes hätte entschieden gewonnen, wenn die Darlegungen über Bauaufsicht und Bauführung nicht im ersten Abschnitt untergebracht worden wären, sondern als allen Sonderfächern gemeinsam in allgemeiner Darstellung als selbständiger Abschnitt vorangestellt worden wären. Da aber das Schrifttum über Baubetrieb und Bauwirtschaft für den Bauingenieur nicht allzu reich bestellt ist, das Büchlein auch auf seinen 294 Seiten von Taschenbuchgröfse zahlreiche praktische Winke enthält, sei sein Gebrauch immerhin empfohlen. Dr. Bl.

The British Steam Railway Locomotive 1825—1925 von E. L. Ahrons. 1927. Verlag der Locomotive Publishing Company Limited London, 30 Schilling.

Eine umfassende auf Grund reichen Materials von einem führenden Fachmann ausgearbeitete Darstellung des englischen Dampflokomotivbaues in seiner Entwicklung. Das Werk zeigt sich auch äufserlich in guter Ausstattung und ist mit 480 Abbildungen versehen.

Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchu von Viskosimetern. Von Dr. Ing. S. Erk, Forschungsheft Gr. 8°, IV/54 Seiten mit 27 Abbildungen und 11 Zahlent 1927. Preis broschiert RM. 6.—, für VDI-Mitglieder RM. (VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7, Dorotheenstrafse 40)

Als Grundlage für die Untersuchung technischer Zähig messer wurde an der Physikalisch-Technischen Reichsanstal Normalviskosimeter ausgebildet, das in dem vorliegenden Hef schrieben wird. Mit diesem Apparat wurden dann Normalflüssigk (Anilin und zehn verschiedene Öle) in einem weiten Temperaturbe untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in Zahlentafeln und grammen zusammengestellt. Mit den Normalflüssigkeiten w sodann die technischen Zähigkeitsmesser nach Engler, Vo Ossag und Lawaczeck hinsichtlich ihres Verwendungsbere und ihrer Mefsgenauigkeit untersucht. Der Anhang enthält Tabelle zur Umrechnung von Englergraden in dynamische und matische Zähigkeit, sowie die von der Reichsanstalt erlas Prüfungsbestimmungen für den Vogel-Ossag-Zähigkeitsmesser.

Industrielle Unfallverhütung auf der Grundlage der wi schaftlichen Betriebsführung. Von Dr. Hans Mart 100 Seiten Oktav mit 15 Abbildungen. Preis gebunden RM. Verlag von Reimar Hobbing, Berlin SW 61.

Der auf dem Gebiete der Unfallverhütung bestens bek Verfasser bezeichnet das wohlgelungene Büchlein als „Ratgebe Werkleitungen, Sicherheitsingenieure und Betriebsräte". Im E bahnwesen wendet er sich vornehmlich an die Ausbesserungsw Das Büchlein ist warmherzig geschrieben, steht durchaus auf sicheren Boden der praktischen Erfahrung und zeigt einen gesu Sinn für die psychologische Wirksamkeit und Eindringlichkeit seine Lehren und Vorschläge sind daher durchaus anwendungs Es ist voll geeignet, die rein menschlich, aber auch wirtschaftli bedeutungsvolle Unfallverhütung zu fördern; weiteste Verbre und nutzbringende Ausbreitung ist ihm zu wünschen. Dr.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

rgan für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
iftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
ahrgang 30. November 1927 Heft 22/23

Fachheft Österreich.

Zum Geleite!

Der Schriftleitung des „Organs" sei für die Herausgabe eines Heftes „Österreich" herzlichst gedankt. Es konnten nur Ausschnitte aus dem Gebiete des österreichischen Eisenbahnwesens geboten werden. Ich hoffe aber, daß diese Auslese nicht nur diejenigen interessiert, die sie mit den Augen des Technikers betrachten. Beim Durchblättern des Heftes fällt in einzelnen Bildern der Hintergrund der technischen Werke, die großartige Gebirgslandschaft Österreichs, auf. Außergewöhnliche Naturschönheiten, Naturgewalten und Elementarerscheinungen üben eine große Anziehungskraft auf den Naturfreund und Erholungsbedürftigen aus, sie verursachen aber vielfach dem Verkehrsunternehmen, das sie erschließt, erhebliche Schwierigkeiten. Den Technikern geben sie interessante und schwierige Probleme zu lösen, für den finanziellen Dienst bilden sie eine Quelle großer Sorge. Möge dieses Heft dazu beitragen, die Zahl der Gäste zu vermehren, die unser schönes Heimatland besuchen, ihnen zum Wohle — uns zur Freude.

Dr. Josef Maschat,
Generaldirektor der Österreichischen Bundesbahnen.

Aufgaben des Bau- und Bahnerhaltungsdienstes der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Dipl.-Ing. Dr. **Trnka**, Baudirektor der Österreichischen Bundesbahnen.

Ian kann einen Überblick über die Entwicklung und eit eines Eisenbahndienstzweiges nicht geben, ohne zu- auch die Entwicklung des Gesamtdienstes zu streifen ie geographischen, politischen, kulturellen und wirtschaft- Verhältnisse zu betrachten, unter denen er sich, von wesentlich beeinflufst, abwickelt.

)er heutige Bereich der Österreichischen Bundesbahnen hon in dem $3\,^1/_4$ mal so grofsen Netze der ehemaligen Österreichischen Staatsbahnen im Vergleiche zu den n Streckenteilen zufolge seiner Lage in der Voralpen- Alpenzone von besonderer Eigenart. Von den 5857 oskilometern unseres derzeitigen Streckenbereiches sind 9% wagrecht, 59% bis 10‰, 18% zwischen 10 und und 4% über 25‰ geneigt. Sehr ungünstig sind die ngsverhältnisse, da 39% der Strecken gekrümmt sind, er 10% der Gesamtbetriebslänge mit Halbmessern en 300 und 400 m, nahezu 4% mit Halbmessern unter .

us dieser Linienführung und aus den sonstigen Schwierig- die Gelände und Naturereignisse in Gebirgsgegenden verursachen, ergeben sich besondere Erschwernisse und erungen im Bau und in der Erhaltung von Anlagen, wie Betriebführung überhaupt. Die finanziellen Vorsorgen lche Strecken müssen daher immer wesentlich gröfser als für einfachere Strecken. Leider wurden aus ver- enen Gründen auch zur Zeit der Monarchie die alpen- hen Strecken nicht so reichlich mit Mitteln bedacht, orderlich gewesen wäre, so dafs sich für das verkleinerte Österreich aufser der besonderen Belastung durch die Ungunst der Lage der Strecken auch noch die Nachholung von Herstellungen ergab, die seinerzeit im grofsen Netze und unter günstigeren Verhältnissen versäumt worden waren.

Die Auswirkungen der Kriegsverhältnisse trafen auch den Bereich unserer Strecken mit voller Härte: Alle Bauten, die nicht unmittelbar militärischen Zwecken dienten, mufsten eingestellt und dafür Herstellungen, die nur für diese Zwecke bestimmt waren, raschestens durchgeführt werden; die Erhaltungstätigkeit mufste auf die militärisch wichtigen Strecken und das unbedingt notwendige Ausmafs beschränkt, auf den übrigen Strecken vernachlässigt werden; jede planmäfsige Erneuerungstätigkeit war unterbunden; der Baustoffmangel führte zur Verwendung von Behelfs- und Ersatzstoffen, die die spätere Erhaltung aufserordentlich verteuern mufsten.

Die Umwälzung, die dem Zerfall der österreichisch-ungarischen Monarchie folgte, brachte für die Verwaltung des aus dem grofsen Organismus der ehemaligen k. k. Staatsbahnen herausgeschnittenen Bundesbahnnetzes neue Probleme. Auch der Bau- und Bahnerhaltungsdienst mufste sich vollständig umstellen. Vordem stark benützte Strecken und Anlagen lagen brach und waren zum Teil abzutragen. Die Änderung in den Verkehrsbeziehungen erforderte eine bessere Erhaltung und die Ausgestaltung bisher entsprechender, aber nun unzulänglicher Linien, neue Anlagen mufsten dort geschaffen werden, insbesondere an den neuen Grenzen — es entstanden 23 neue Streckengrenzpunkte, — wo besondere Vorsorgen für den Grenzverkehr fehlten. Die Not der Zeit führte zu Aufgaben,

wie sie bisher nicht in diesem Mafse die Bahnverwaltung belastet hatten, Vorsorgen für die Verpflegung des Personals, für Wohnungsbauten mufsten getroffen werden. Die Inflationszeit verwirrte die fachliche Geldwirtschaft vollkommen und äufserte sich für die Stoffwirtschaft und die Durchführung der verschiedenen Arbeiten in sehr einschneidender Weise. Eigenbetriebe mufsten in grofser Zahl eröffnet werden, da auch auf dem Arbeitsmarkte vollkommene Unsicherheit herrschte. Die von früher übernommenen Baustoffvorräte, die für ein anderes Gebiet und für andere Verhältnisse bestimmt waren, enthielten viele Baustoffe, die für eigene Zwecke nicht mehr verwendbar waren und die Lager unnötig belasteten, während wichtige Baustoffe fehlten und nur schwer beschafft werden konnten. Nicht nur in der Umgrenzung, auch im Gefüge des Netzes traten Änderungen durch Eingliederung von Landesbahnen und Privatbahnen in den Betrieb der Bundesbahnen ein. Zu einer Überfülle von technisch-wirtschaftlichen und organisatorischen Fragen brachte die Nachkriegszeit auch für den Bau- und Bahnerhaltungsdienst ganz besondere Erschwernisse auf dem Gebiet der Personalwirtschaft.

In die durch die Kriegsdienstleistungen sehr verminderten und nur zum Teil mit ungeübten Aushilfskräften notdürftig aufgefüllten Arbeiterrotten strömten nach Beendigung des Krieges die Heimkehrer ein, aber nicht nur die unseres neu festgesetzten Gebietes, sondern auch eine grofse Anzahl von Neuausländern. Aus Gründen der Erhaltung des Staates und der Staatspolitik mufsten aufserdem weit über Bedarf Arbeitslose von der Strafse eingestellt werden. Zusammen mit dem Personal der übernommenen Landes- und Privatbahnen ergab sich ein Kopfbestand von aufsergewöhnlicher Höhe und Vielfältigkeit der Zusammensetzung. Im Zuge der politischen Entwicklung des neuen österreichischen Staatswesens erfolgte auch eine soziale Umwälzung, die das bisherige Verhältnis zwischen Personal und Verwaltung, das Arbeits- und Dienstrecht sowie die Besoldung auf ganz neue Grundlagen stellte. Besonders in unserem Fachdienste, wo auf der Strecke zeitweise ein sehr hoher Personalbedarf und auch eine wenig begrenzte Einstellungsmöglichkeit besteht, machte sich die Überfülle am Personal zu Zeiten verminderten Bedarfes sehr fühlbar.

Mit der Gesundung des Staates ergab sich auch bei den Bundesbahnen im allgemeinen und bei jedem Fachzweige im besonderen die Notwendigkeit einer Neuordnung der Verhältnisse. Vor allem mufsten Mafsnahmen zu einer Herabminderung des Kopfbestandes ergriffen werden.

Nach Abtrennung der staatsbehördlichen Aufgaben von der Betriebsführung der Bundesbahnen war die seit im Oktober 1923 geschaffene Unternehmung »Österreichische Bundesbahnen«, wollte sie ihre Aufgabe erfüllen, gezwungen, die Gesundungsmafsnahmen noch tatkräftiger und nach neuen Gesichtspunkten zu verfolgen.

Im Bau- und Bahnerhaltungsdienste wurde im Zentraldi
und in den Kanzleien der Aufsendienststellen die Zahl
Arbeitskräfte den zu besorgenden Geschäften angepafst.
Neuabgrenzung der Aufsichtsbereiche unter Verminderun
Zahl der Aufsendienststellen und ihrer Streckenbeamten,
meister, Signalmeister usw., sowie die Auflassung der
schranken auf Wegübersetzungen mit guten Sichtverhält
wurde fortgesetzt, personalsparende Umgestaltungen der An
wurden vorgenommen, selbsttätige Signaleinrichtungen für
übersetzungen mit unzulänglichen Sichtverhältnissen ausge
und die Wärterdiensteinteilung entsprechend den örtl
Verhältnissen und den bestehenden Dienst- und Ruh
bestimmungen bemessen. Im Streckenarbeiterstande
aufser einer Standesverminderung eine schärfere Sche
zwischen der dauernd zu beschäftigenden Streckenmanns
die somit nach den bestehenden Besoldungsvorschriften
anzustellen war, und den Verstärkungskräften vorgenon
Auf dem Gebiete des Baustoffwesens war strengste Spa
keit im Verbrauche, in der Wiederherstellung schad
Oberbaubestandteile und der Vereinheitlichung der neu z
schaffenden Stoffe geboten, um wenigstens für die Zu
jene einheitliche und wirtschaftliche Baustoffwirtschaft
bahnen, die bei dem derzeitigen, von vielerlei Verwalt
und aus den verschiedensten Zeiten herstammenden
bestande schwer möglich ist. Die Lagervorräte der D
stellen wurden vermindert und einzelne Sammellager als gr
Vorratsstellen geschaffen.

Mit Rücksicht auf die finanzielle Lage des Unterne
wurde die Erhaltungstätigkeit auf die Beseitigung der K
schäden und die Erzielung eines sicherheitlich einwand
Zustandes der Bahnanlagen beschränkt. Eine planmäfsig
neuerungswirtschaft mufste bisher mangels der erforder
Mittel unterbleiben und es wurden Umgestaltungen un
gänzungen nur dort vorgenommen, wo entweder die S
heitsverhältnisse oder besondere Umstände, wie beispiel
die Einführung elektrischen Betriebs sie zwingend erford
Auch bezüglich der zeitgemäfsen Ausstattung mit Geräte
Hilfsmitteln, wie Arbeitsmaschinen, Motorfahrzeugen usw.
in Berücksichtigung der Finanzlage Mafs gehalten werd
notwendig und andererseits wirtschaftlich sie auch wäre.

Unter den gleichen Umständen ist auch die Durchfü
unserer Neubauten sehr gedrosselt und auf solche Herstell
beschränkt, die aus Gründen des Verkehrs und der Ver
sicherheit unumgänglich notwendig sind. Eine Wirtscha
weite Sicht, die Erfüllung mancher Wünsche der Bevölk
mufs einer, hoffentlich recht bald einsetzenden Period
Aufschwungs vorbehalten bleiben.

Das sind die Verhältnisse, welche die Tätigkeit des Ba
Bahnerhaltungsdienstes der Österreichischen Bundesbahne
wesentlichsten beeinflufsten und noch weiterhin beeinflusse
mögen bei der Beurteilung der in diesem Heft enthaltene
schnitte aus dieser Tätigkeit nicht aufser Acht gelassen w

Organisation und Personalwirtschaft im Bau- und Bahnerhaltungsdienste der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Oberbaurat Ing. **Korwik**, Bürovorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Tafel 40.

Unter der Bezeichnung Bau- und Bahnerhaltungsdienst (B.- und B.-Dienst) wird bei den Österreichischen Bundesbahnen jener Fachdienstzweig zusammengefafst, dem im wesentlichen die Bahnaufsicht, d. i. der Begeher-, Schranken-, Block- und Zugmeldedienst der Strecke, die Erhaltung der baulichen Anlagen, wie des Unterbaues einschliefslich der Brücken, des Oberbaues, der Hochbauten, der Signal-, Sicherungs- und Fernmeldeeinrichtungen, sowie die Durchführung von Umgestaltungs-, Ergänzungs- und Neuba
(Investitionen) auf den genannten Gebieten obliegt. Pl
und Bau neuer Eisenbahnlinien, Seilbahnen und dergl.
vom Bundesministerium für Handel und Verkehr durchg
Elektrisierungsbauten und Starkstromangelegenheiten gehö
den Wirkungskreis anderer Stellen der Bundesbahnverwa

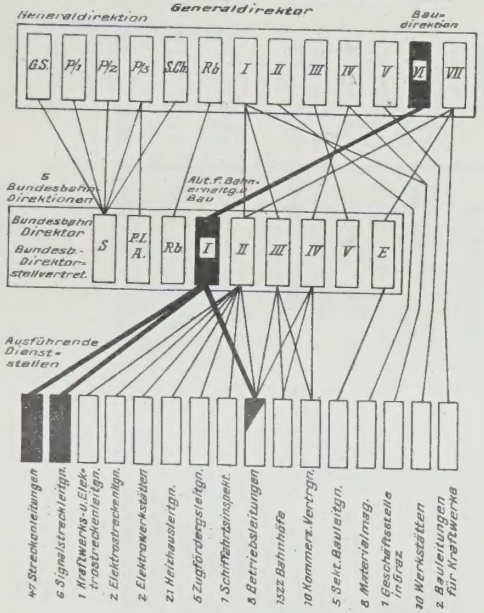
Zur Versehung des B.- und B.-Dienstes bestehen
drei einander nachgeordneten Organisationsstufen des G

W. Kreidel's Verlag, München

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Zum Aufsatz : Organisation und Personalwirtschaft im Bau und Bahnerhaltungsdienste der Österreichischen Bundesbahnen.

Abb.1 *Eingliederung des Bau- und Bahnerhaltungsdienstes in die Dienstesorganisation der Ö.B.B.*



Zeichen-Erklärung:

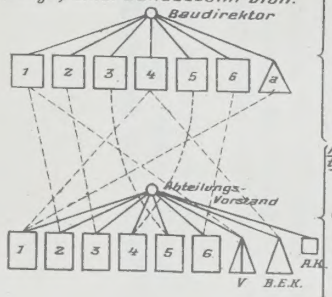
Generaldirektion

- G.S. Generalsekretariat
- P/1 Abteilg. f. allgem. Pers.-Angelegenheiten
- P/2 „ „ besondere Pers. „
- P/3 „ „ Wohlfahrtsangelegenheiten
- S.Ch. Sanitätschef
- Rb. Rechtsbüro
- I Betriebsdirektion
- II Beschaffungsdirektion
- III Finanzielle Direktion
- IV Kommerzielle Direktion
- V Werkstättendirektion
- VI Baudirektion
- VII Elektrisierungsdirektion

Bundesbahndirektionen:

- S Sekretariat
- P.L.A. Pensionsliquidierungsabteilung (nur bei der B.B.Dion. Wien Nordost)
- Rb. Rechtsbüro
- I Abteilg. für Bahnerhaltg. u. Bau
- II „ „ Zugförderung
- III „ „ den Verkehrsdienst
- IV „ „ „ kommerz. Dienst
- V „ „ „ finanziellen und Rechnungsdienst
- E Elektrisierung (nur bei der B. B. Dion. Innsbruck)

Abb.2 *Innere Gliederung der Bau-Direktion (Dion. VI der Gen. Dion) und der Abteilung für Bahnerhaltg. u. Bau (Abtlg. I) einer Bundesbahn-Dion.*



Baudirektion:

- 1 Abt. f. Unterbau, Grundeinlösg., Neu und Ergänzungsbauten
- 2 Abt. für Brückenbau
- 3 „ „ „ Hochbau
- 4 „ „ „ Bahnaufsicht u. Bahnerhltg.
- 5 „ „ „ Oberbau u. Stationsanlagen
- 6 „ „ „ Signal-, Sicherungs u. Fernmeldewesen
- 7 Büro für Personal- u. Wirtschaftsangelegenh.

Abteilg. für Bahnerhaltung und Bau:

- 1 Gruppe für Bahnaufsichts-, Rechngs.- u. sonst. Verw. Angelegenh.
- 2 Gruppe f. Unterbau
- 3 „ „ Brückenbau
- 4 „ „ Oberb. u. Stationsanlagen
- 5 „ „ Hochb. u. Wohn-Angelegenh.
- 6 „ „ Signal-Sicherungs- u. Fernmeldewesen

V Sachwalter für d. Vermessungswesen (Sachwalter für d. mechan.-techn. Laboratorium, nur bei d. B.B. Dion. Innsbruck)
B.E.K. Bahnerhaltungs Kontrollore
A.K. Abteilungs Kanzlei

Abb.3 *Personalstände des gesamten Bau- und Bahnerhaltungs-Dienstes der Österr. Bundesbahnen.*

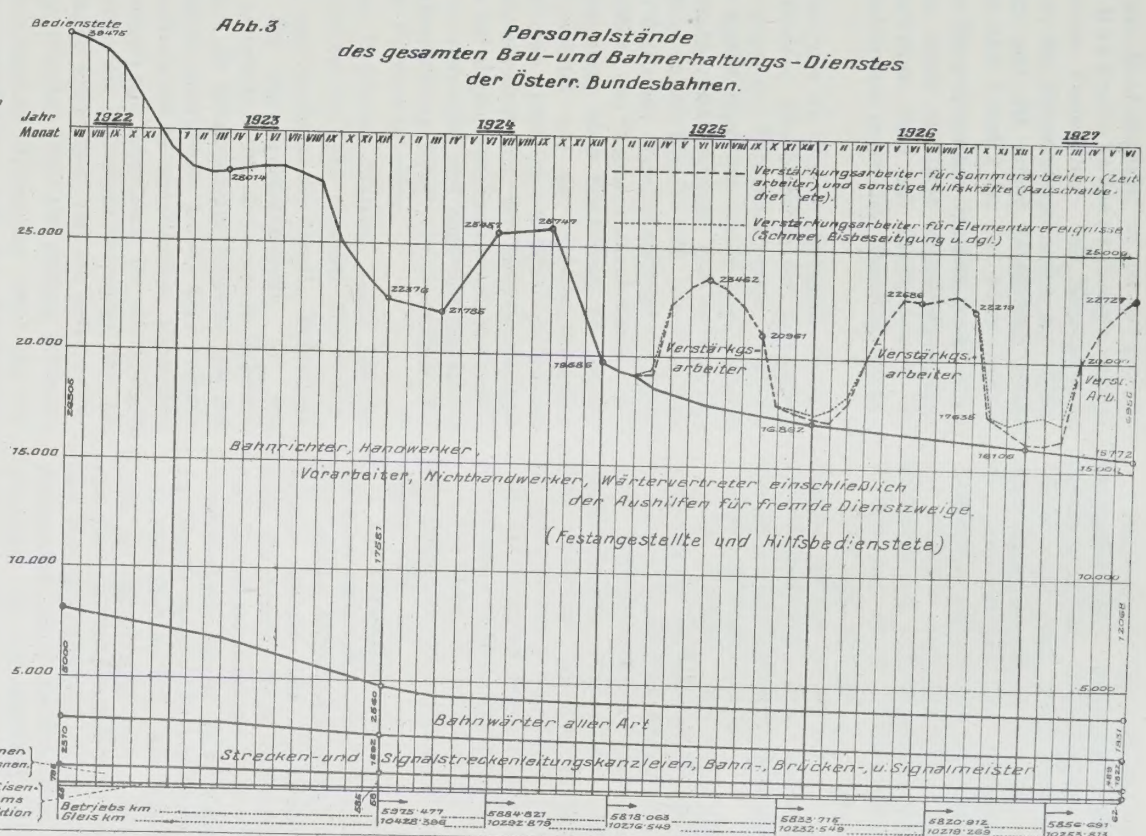
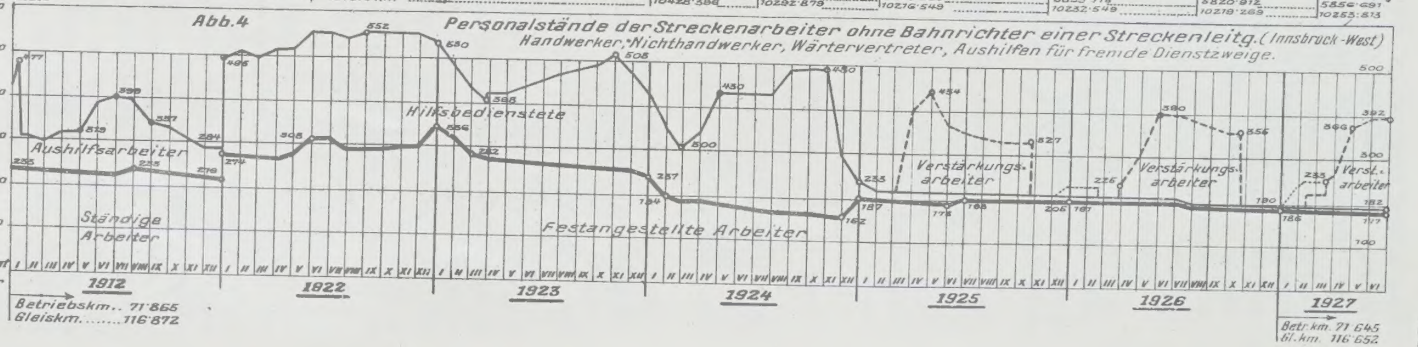


Abb.4 *Personalstände der Streckenarbeiter ohne Bahnrichter einer Streckenleitg. (Innsbruck-West)*



Litt. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

1927, Taf. 40.

es der Österreichischen Bundesbahnen, in der Generalktion, in den fünf Bundesbahndirektionen und im endienste besondere Fachstellen. Die Eingliederung .- und B.-Dienstes in die Dienstesorganisation der Österschen Bundesbahnen und die innere Gliederung seiner ılstellen ist aus den Abb. 1 und 2 der Taf. 40 zu ersehen.

)er Baudirektor der Österreichischen Bundesbahnen bildet ch die Spitze eines durch sämtliche Organisationsstufen chreichenden Fachzweiges, dem alle Einrichtungen für inheitliche, auf Fachwissen gegründete Geschäftsführung erfügung stehen.

m Aufsendienste besorgen die Streckenleitungen die Ge- e des B.- und B.-Dienstes, ausschliefslich der Angelegen- des Signal-, Sicherungs- und Fernmeldewesens. Für die enannten bestehen eigene Signalstreckenleitungen, deren sich in den Signalwerkstättendienst und in den Ergs- und Aufsichtsdienst auf der Strecke teilt. Den Streckengen unterstehen für bestimmte Streckenbereiche die Bahnr und Brückenmeister, den Signalstreckenleitungen die lmeister. Vom Grundsatze einer Sonderung der Dienstı des B.- und B.-Dienstes von den Aufsendienststellen er Fachzweige wird eine Ausnahme nur hinsichtlich einer n Gruppe von Aufsendienststellen, den Betriebsleitungen ht. Diese besorgen auf abgeschlossenen Lokalbahnstrecken dem Verkehrs-, kommerziellen und Zugförderungsdienste den Bau- und Bahnerhaltungsdienst (ausschliefslich des l-, Sicherungs- und Fernmeldewesens).

fm äufseren B.- und B.-Dienste bestehen somit auf der ke folgende Aufsichtsbereiche, die einander überdecken: Für den Erhaltungs- und Baudienst der Signal-, Sicherungs- Fernmeldeanlagen die Signalmeisterbereiche, die den lstreckenleitungen unterstehen, für die eisernen Brückenfochbaukonstruktionen die Brückenmeisterbereiche, die den ken-(Betriebs-)leitungen unterstehen, jedoch über mehrere reichen (durchschnittlich auf je drei Strecken-(Betriebs-) gen ein Brückenmeister) und schliefslich für alle übrigen tungs- und Bauarbeiten die Bahnmeisterbereiche, die den ken-(Betriebs-)leitungen unterstehen und von denen durchttlich sechs auf eine Strecken-(Betriebs-)leitung entfallen.

Während die organisatorische Gliederung sowie die Getseinteilung der Generaldirektion und der Bundesbahntionen mit der Schaffung der Unternehmung Österreichische esbahnen in Anpassung an die geänderten Verhältnisse eingerichtet wurden, sind in der schon seit vielen Jahren henden Organisationsform des B.- und B.-Aufsendienstes wesentlichen Änderungen vorgenommen worden. Es en jedoch aus Gründen der Sparsamkeit und der Zweckgkeit die Streckenaufsichtsbereiche unter Einbeziehung von verschiedenen fremden Verwaltungen übernommenen ken nach und nach bis zu den aus der folgenden Gegentellung zu entnehmenden Ausmafsen erweitert.

	Anzahl		Durchschnittliche Aufsichtslänge	
	bis 1922	1. Juli 1927	bis 1922	1. Juli 1927
kenleitungen	74	47	70 km	113 km
ebsleitungen	12	8	63 „	70 „
lstreckenleitungen . .	7	6	855 „	976 „
chtsbereiche der Bahnister einschl. Hochbauınmeister	520	329	11 „	17,8 „
chtsbereiche der ickenmeister	23	17	260 „	344,5 „
chtsbereiche der nalmeister	161	135	37 „	43,4 „

Nach den in der nächsten Zeit an einzelnen Stellen noch durchzuführenden Änderungen der Geschäftsbereiche wird die durchschnittliche Aufsichtslänge einer Streckenleitung rund 120 km, die eines Bahnmeisterbereiches rund 18 km und die eines Signalmeisterbereiches etwa 48 km Betriebslänge betragen. Die Notwendigkeit der Anpassung an schwierige Streckenverhältnisse und sonstige Umstände bedingt stellenweise wesentlich geringere Aufsichtslängen, wogegen unter einfacheren Verhältnissen die Aufsichtslängen der Streckenleitungen bis rund 200 km und die der Bahnmeister bis rund 40 km reichen.

Auf dem Gebiete der Personalwirtschaft des B.- und B.-Dienstes mufsten im Rahmen der neu gebildeten Geschäftsstellen die Personalstände dem Arbeitsbedarfe angepafst und durch weitere personalsparende Mafsnahmen auf ein wirtschaftliches Ausmafs gebracht werden.

Im Verfolge der letztgenannten Mafsnahmen wurden beispielsweise im Bahnaufsichtsdienste vom Jahre 1922 bis heute im ganzen Bundesbahnbereiche 55 Wegübersetzungen und rund 1200 Schrankenanlagen aufgelassen sowie rund 450 Schrankenumgestaltungen vorgenommen; bis Ende dieses Jahres werden fünf selbsttätige Warnsignalanlagen bei unabgeschrankten Wegübergängen mit unzureichender Sicht bestehen. Die Gesamtzahl der Wegübergänge in Schienenhöhe beträgt derzeit 10577, von welcher 7429 unabgeschrankt und 3148 abgeschrankt sind.

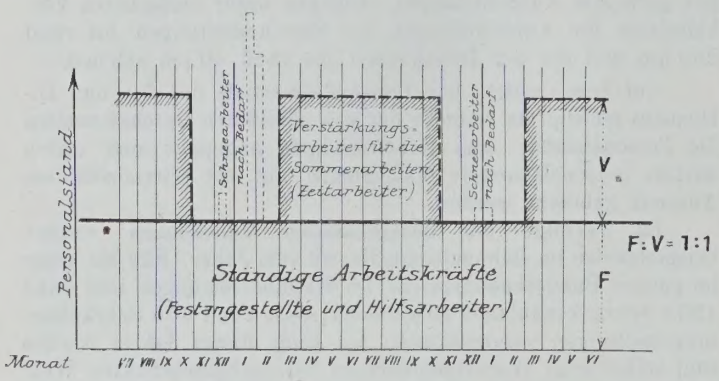
Die Abb. 3 der Taf. 40 zeigt die Veränderungen der Personalstände des gesamten B.- und B.-Dienstes von Mitte des Jahres 1922 an.

Die Personalwirtschaft jedes Fachzweiges des Eisenbahnbetriebes wird wesentlich von der Besoldungsordnung beeinflufst. Die jetzige Besoldungsordnung der Österreichischen Bundesbahnen ist auf dem Verwendungsgrundsatze aufgebaut und reiht die verschiedenen Dienstposten je nach der Wertigkeit der Dienstverrichtungen von den einfachsten Handlanger-Verrichtungen bis zu den wichtigsten leitenden Geschäften in 19 (durch spätere Einschaltung einer Zwischengehaltsgruppe 18a eigentlich in 20) Gehaltsgruppen ein. Der dauernde Bedarf an Dienstposten ist in einem »Stellenplan« festzulegen, der die Zahl der Dienstposten und ihre Wertigkeit nach der in der Besoldungsordnung vorgesehenen Reihung enthält. Dieser Stellenplan bildet die Grundlage für die feste Anstellung des Personals, da bei Erfüllung bestimmter Vorraussetzungen der auf einen Posten des Stellenplanes eingebrachte Bedienstete fest anzustellen ist. Bedienstete, die diese Voraussetzungen nicht erfüllen, jedoch auf einem Posten des Stellenplanes den Dienst versehen, bleiben Hilfsbedienstete. Für den vorübergehenden Bedarf werden im B.- und B.-Dienste Verstärkungsarbeiter eingestellt, für die eine eigene dienstrechtliche Form geschaffen wurde.

Besondere Bedeutung kommt nach dem vorgesagten der wirtschaftlichen Bemessung der Streckenarbeiterzahlen zu, da bei den Streckenarbeiten der Kopfbedarf aufserordentlich schwankend ist. Deshalb ist, um mit einem in der Technik geläufigen Ausdrucke zu sprechen, eine sorgfältige Dimensionierung des Arbeitszeitaufwandes für die Streckenarbeiten notwendig, wobei auf die klimatischen, technischen und Verkehrsverhältnisse der Strecke, auf eine zweckmäfsige Systematik in der Arbeitsdurchführung, auf das Dienst- und Besoldungsrecht der eigenen Arbeitskräfte sowie auf den Arbeitsmarkt des Streckengebietes Bedacht zu nehmen ist. Aus den in dieser Hinsicht derzeit für Österreich mafsgebenden Verhältnissen ergibt sich vom personalwirtschaftlichen Standpunkte die in der Textabb. dargestellte Verteilung der Streckenarbeitskräfte im Jahre und die Trennung zwischen den ständigen Arbeitskräften und den vorübergehend eingestellten Verstärkungsarbeitern als erstrebenswertes Ziel.

Ein Blick auf die in der Abb. 4 der Taf. 40 dargestellten Streckenarbeiterzahlen des Jahres 1912 und der Jahre 1922 bis 1927 einer Streckenleitung zeigt, welche Wandlungen

diese Stände in Zahl und auch in Zusammensetzung nach besoldungsrechtlichen Gruppen in diesen Zeiträumen mitgemacht haben und wie das Bild der letzten Jahre immer mehr und mehr dem oben dargestellten Idealbild näher kommt. Die Verstärkungsarbeiter für die Sommerarbeiten (Zeitarbeiter) dürfen in der Regel nur bis höchstens acht Monate eingestellt werden (siehe Textabb.). In den Monaten März bis einschliefslich



Oktober sind die Vorstände der Aufsendienststellen ermächtigt, unter eigener Verantwortung derartige Verstärkungsarbeiter entsprechend ihrem Arbeitsplane aufzunehmen und mit ihnen innerhalb gewisser Lohngrenzen die Pausch-Stundenentlohnung zu vereinbaren, wobei sie jedoch streng an die für das Jahr bewilligten Aufwands- oder Arbeitsstundengrenzen gebunden sind. In den Monaten November bis einschliefslich Februar darf die Einstellung oder Beibehaltung von Verstärkungsarbeitern nur mit Zustimmung der Generaldirektion erfolgen, auch wenn die bewilligte Grenze eine Einstellung gestatten würde. Nur bei Naturereignissen kann der Dienstvorstand aus eigener Vollmacht Schneearbeiter und dergl. aufnehmen. Durch regelmäfsige Meldungen sind die Bundesbahndirektionen über Kopfbestände und Arbeitsstundenverbrauch ihrer Aufsendienststellen, Generaldirektion über die der Bundesbahndirektionsber laufend unterrichtet.

Zu den wesentlichsten Aufgaben der Personalwirts gehören aufser den bereits behandelten Fragen noch die fältige Auswahl bei Neuaufnahme von Bediensteten, Schulung, Erziehung, Einführung und Verwendung, die nützung der gesetzlichen Arbeitszeit und alle jene Mafsnah die darauf abzielen, durch besondere Arbeitsweisen, Ein tungen und technische Verbesserungen an der kostb Menschenkraft zu sparen und sie am zweckmäfsigsten und schonensten zu verwerten. Nicht zuletzt zählen hierher Vorsorgen zur Hebung des Geistes und der Arbeitsfreudi des Personals. Allen diesen Fragen wird ein beson Augenmerk zugewendet, wenngleich wegen verschied Schwierigkeiten und wegen der wirtschaftlichen Lage Österreichischen Bundesbahnen grofszügige Mafsnahmen günstigeren Zukunft vorbehalten bleiben müssen.

Manche Fragen der Organisation und Personalwirts des B.- und B.-Dienstes harren noch der Lösung. Aus de Personalwirtschaft dieses Dienstes kennzeichnenden Schaubi ist jedoch deutlich zu ersehen, dafs der unruhige und Grenzen der Wirtschaftlichkeit weit überschreitende Ve der Schaulinien der früheren Zeit in den letzten Jahren b eine sparsame Gleichmäfsigkeit und eine gewisse Gesetzmä keit aufweist. Wenn auch durch planmäfsige Kleinarbe der Summe noch viel für die wirtschaftliche Gestaltung B.- und B.-Dienstes zu tun und zu erreichen ist, wird doch nicht mehr die Notwendigkeit derartig in das Pers wesen einschneidender Mafsnahmen wie bisher ergeben, obwohl zu Nutz und Frommen des Unternehmens und Personals selbst unvermeidlich, viel Einsicht und Opferw keit des Personales erforderten, das nach den geltenden stimmungen berufen ist, durch seine Vertreter an solchen nahmen der Verwaltung mitzuwirken.

Ein Verfahren zur Berechnung durchschnittlicher Selbstkosten.

Von Ministerialrat Ing. **Bazant**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Die Notwendigkeit, die Selbstkosten der verschiedenen Leistungen im Bahnbetrieb rasch ziffernmäfsig darzustellen, hat bei den Österreichischen Bundesbahnen zu einem Berechnungsverfahren der Selbstkosten geführt, das vielleicht allgemeines Interesse besitzt und nachstehend mitgeteilt werden soll.

Da das Liniennetz der Österreichischen Bundesbahnen weit verzweigt ist und einerseits aus leistungsfähigen Hauptlinien, welche Gebirgstäler in Hauptweltrichtungen durchziehen und andererseits aus Seitenlinien besteht, die an diese Hauptlinien anschliefsen, ist der für die Beförderung einer Sendung jeweils in Betracht kommende Beförderungsweg in der Regel eindeutig gegeben. Es entfällt daher die Notwendigkeit, durch genaue Ermittlung der anfallenden örtlichen Selbstkosten bei der Beförderung über einzelne Teilstrecken einen Vergleich der Beförderungskosten verschiedener, für eine Beförderung etwa nebeneinander in Betracht kommender Beförderungswege durchzuführen, wozu noch bemerkt wird, dafs die Richtungs- und Neigungsverhältnisse der einzelnen Bundesbahnlinien von einander so vielfach abweichen, dafs ein teilstreckenweises Erfassen der jeweiligen örtlichen Selbstkosten eine sehr mühsame Arbeit erfordern würde. Diese Lage der Dinge rechtfertigt es, durchschnittliche Selbstkosten für das ganze Netz zu errechnen und die sich hierbei ergebenden Selbstkosten nur nach Bedarf im Einzelfall durch geeignete Verbesserungen den tatsächlichen Verhältnissen möglichst anzupassen.

Da durchschnittliche Selbstkosten ohnedies nur angenäherte Überschlagswerte ergeben können, ist ein einfacher Ermittlungsvorgang ohne weitläufiges Rechenwerk naheliegend. Als Unterlage für die Ermittlung der Selbstkosten werden die Buchu ergebnisse der Ausgaben des jeweils abgelaufenen Betr jahres in runden Ziffern verwendet, die sodann auf Grund jeweiligen Wirtschaftsplanes dem laufenden Betriebsjahr gepafst werden müssen, um ein Nachhinken der Selbstko sätze gegenüber dem tatsächlichen Erfolge zu vermeiden. richtiggestellten Ausgabenziffern werden zunächst für Rechnungsvorgang entsprechend gruppiert. Von der Erwä ausgehend, dafs jede Beförderung einige ziemlich scharf einander getrennte Betriebsvorgänge umfafst, werden die gesa Ausgaben in folgende vier Hauptgruppen der Selbstko zerlegt:

A. Abfertigungskosten. Diese sollen alle Ausg von der Annahme des Gutes bis zu seiner vollzogenen Verlad im Eisenbahnwagen und ebenso alle Ausgaben von der gerechten Beistellung des Wagens bis zur Ausfolgung des G an den Empfänger umfassen.

B. Zugkosten. Diese sollen alle Ausgaben, angefa von der Abziehung des Wagens von der Güterdienstanlage zur ladegerechten Beistellung des beförderten Wagens Bestimmungsbahnhofe insoweit umfassen, als es sich dabei reine Beförderungskosten handelt, also Verschubkosten Bildung des Zuges, Besetzung des Zuges mit der Zugmannsc Beistellung der Zugkraft, Kosten der Erhaltung des Fahrp und allfällige Fahrzeugmieten verschiedener Art.

C. Wegkosten. Diese sollen alle Ausgaben für betriebsfähige Erhaltung des Beförderungsweges umfassen, die Kosten für Bahnaufsicht und Bahnerhaltung, Leitung

verkehrs, Signal- und Weichenstellung und für den tigen Bahnhofdienst, schliefslich für den Dienst in den motivschuppen.

D. Allgemeine Unkosten. Alle nach Abzug vorender Ausgaben erübrigenden Kosten werden hier zusammenst wie z. B. die Kosten der allgemeinen Verwaltung, alleine Ausgaben für Bedienstete, Kosten der Krankenkassen, llversicherung, Ruhegenüsse, Steuern, Abgaben, Zinslasten Sonstiges.

Diese Gruppierung gestattet unter anderem auch die gente Zusammenstellung der »veränderlichen« Kosten, d. h. r, die sich bei erheblich zunehmendem und abnehmendem ehr in einem gewissen Ausmafse ändern und der »festen« en, die von solchen Schwankungen wenig oder gar nicht offen werden. Den Hauptteil der veränderlichen Kosten n die Zugkosten, an die je nach der Beförderungsart re kleinere Kostentangenten angeschlossen werden.

Bei dieser Gruppierung der Buchungsergebnisse der Aus- bereitet der Bahnhofdienst wegen der Vielfältigkeit der elnen Verrichtungen grofse Schwierigkeiten. Wird jedoch etracht gezogen, dafs der Hauptteil der Bahnhofbediensteten len gröfseren und den grofsen Bahnhöfen tätig ist und lbst eine mehr oder minder weitgehende Gliederung der vendungen besteht, so ist es an der Hand der Behelfe zur ligen Nachprüfung der Kopfzahlen im Vergleiche zur tung möglich, die nötige Scheidung nach Verrichtungen rungsweise durchzuführen. Wir teilen nachstehend die ttelten Anteile der einzelnen Verrichtungen und ihre Eing in die erwähnten Hauptgruppen der Selbstkosten des hofdienstes mit:

A. Abfertigungskosten	
Personen-, Gepäck- und Expreſsgutverkehr . .	10 v. H.
Güterverkehr, Anteile für alle Arten von Gütern	15 « «
Güterverkehr, Anteile nur für Güterschuppengüter	15 « «
B. Anteil an den Zugkosten	
Verschubmannschaften	17 « «
C. Anteil an den Wegkosten	
Verkehrsleitung und Verwaltung	12 « «
Signal- und Weichenstellung	17 « «
Wagendienst und sonstiger Bahnhofdienst . .	14 « «
Zusammen . .	100 v. H.

In ähnlicher Weise lassen sich die übrigen Buchungsbnisse der Ausgaben zerlegen und mit den notwendigen rabteilungen in die Selbstkostengruppen einreihen.

Schon diese erste Gruppierung der Ausgaben gibt gewisse ltspunkte für die Selbstkontrolle der Ausgaben und begt den alten Erfahrungssatz, dafs ein Grofsteil der Ausgaben este Selbstkosten anzusehen sind. Im Jahre 1926 betrugen festen Selbstkosten der Österreichischen Bundesbahnen rund . H. der Gesamtausgaben.

Die Zerlegung dieser Ausgaben auf die drei Hauptzugngen erfordert geeignete Leistungsziffern. Früher wurde Wagenachskilometer als grundlegende Einheit bei Selbstnberechnungen angewendet. Wir haben bereits im Jahre 5 in der Nummer 47 (65. Jahrgang) der Zeitung des Vereins scher Eisenbahnverwaltungen nachgewiesen, welche Vorteile Gesamtlasttonnenkilometer (Bruttotonnenkilometer) bietet die Erfahrungen haben uns recht gegeben. Das Ziel der eilung der Ausgaben ist nun, für je 1000 Gesamtlasttonnenneter der Leistung jeder Zuggattung in allen Unterabteien der Selbstkosten feste Einheitssätze zu errechnen, die n nach der jeweils gestellten Aufgabe zu einem Gesamtstkostensatz zusammengestofsen werden können. Zu diesem cke wird für die Einheitssätze der drei Zuggattungen das ältnis errechnet, nach welchem diese die Ausgaben beeinen. Auf Grund der sich daraus ergebenden Verhältniszahlen werden die einzelnen Ausgabensummen auf die drei Zuggattungen verteilt. In einzelnen Fällen empfiehlt es sich, neben dieser Methode noch andere Hilfsmittel zur Aufteilung der Ausgaben heranzuziehen.

Nachstehend teilen wir die von uns ermittelten Verhältniszahlen für eine Leistung von 1000 Gesamtlasttonnenkilometern bei Schnellzügen (S), Personenzügen (P) und Güterzügen (G) getrennt nach den verschiedenen Betriebszweigen mit:

A. Abfertigungskosten. Da die Gruppierung der Ausgaben schon Anhaltspunkte für die Aufteilung liefert, ist die Verhältnisberechnung entbehrlich. Da die Abfertigungskosten mehr oder minder Festwerte sind, empfiehlt es sich, neben den Sätzen für 1000 Gesamtlasttonnenkilometerleistung durch Teilung der Ausgabengruppen durch die Zahl der Abfertigungen auch Festwerte zu errechnen, die bei Beförderungen auf kleine Entfernungen sehr gute Dienste leisten. Die bei den Österreichischen Bundesbahnen errechneten Festwerte verhalten sich im Personenverkehr S : P = 4 : 1 und im Güterverkehr bei Wagenladungen zum Stückgut wie 1 : 12.

B. Zugkosten.

1. Verschubkosten S : P : G = 1 : 2 : 4.

2. Zugbegleitmannschaft S : P : G = 1 : 1,9 : 2,0. Es erscheint jedoch ratsam, diese Ziffern auf Grund der Dienstpläne, der Mannschaftsstärken, der Zugbegleiterfahrstunden, der Reisegeschwindigkeiten der Züge usw. durch Stichproben nachzuprüfen und richtig zu stellen.

3. Zugkraft. Der Anteil der Lokomotivmannschaften wurde mit 60 v. H. der persönlichen Ausgaben des Zugförderungsdienstes errechnet und sodann nach S : P : G = 0,6 : 1,5 : 1 aufgeteilt. Die Kosten der Betriebsstoffe wurden mit S : P : G = = 1,2 : 2,0 : 1 verteilt. Bemerkt wird, dafs diese Verhältniszahlen auf Grund neuer Rechnungsergebnisse bestritten und daher abänderungsbedürftig sind.

4. Fahrparkerhaltung. Es wurde ein Aufwand für Lokomotiven mit 50% der Gesamtausgaben ermittelt und mit S : P = 1,1 : 1 verteilt. Für Personenwagenerhaltung wurde 26% und für Güterwagenerhaltung 24% der Gesamtausgaben ermittelt.

C. Wegkosten.

1. Bahnaufsicht. Die Ausgabensumme wurde auf S und P und G nach Zugskilometer aufgeteilt mit dem Endergebnis S : P : G = 1,5 : 3,4 : 1.

2. Oberbauerhaltung S : P : G = 3 : 2 : 1.

3. Restliche Kosten der Bahnerhaltung S : P : G = 2 : 1,5 : 1.

4. Bahnhofdienst. Die Ausgabensummen für Verkehrsleitung, Signal- und Weichenstellung wurden nach Zugskilometern aufgeteilt mit dem Endergebnis S : P : G = 1,9 : 3,6 : 1,0. Die restlichen Ausgaben des Bahnhofdienstes wurden auf alle drei Zugsgattungen gleichmäfsig aufgeteilt.

5. Lokomotivschuppendienst. S : P : G = 1,1 : 1,7 : 1.

D. Allgemeine Unkosten. Die allgemeinen Verwaltungskosten wurden mit S : P : G = 2 : 1,5 : 1 aufgeteilt. Alle übrigen Unkosten wurden nach dem Verhältnis der Summen aller vorstehenden Ausgabenanteile der einzelnen Zuggattungen auf diese verteilt.

Das Schlufsergebnis der Gesamtkosten stellt sich schliefslich auf S : P : G = 1,1 : 1,5 : 1. Für Steilrampenstrecken werden besondere Zuschläge in Rechnung gestellt, um die erhöhten Kosten einzelner Dienstzweige zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Abstufung der Selbstkosten nach der Beförderungsweite wird auf den in der Nummer 45 des Jahrgangs 1926 der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen erschienenen Aufsatz, der diese Frage besonders behandelt, verwiesen.

Zusammenfassend wird schliefslich der Anschauung Ausdruck gegeben, dafs die gewonnenen Zahlenwerte, wenn auch

verschiedene Teilgebiete der Selbstkosten noch erheblicher Aufhellung bedürfen und die Zusammensetzung der auf vorstehendem Wege errechenbaren Elemente der Selbstkostensätze zu mindesten Selbstkosten, ferner die Bildung der Selbstkosten des Mitläuferverkehrs und andere Dinge noch ein umstritten Gebiet darstellen, wertvolle Stützpunkte bei der Selbstkontrol des Betriebes und für die Tarifbildung im weitesten Sinne d Wortes bilden.

Der Betriebsdienst der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ing. **Sedlak**, Betriebsdirektor der Österreichischen Bundesbahnen.

Als im Herbst des Jahres 1923 die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen ins Leben trat, stand der Betriebsdienst vor einer aufserordentlich schwierigen Aufgabe. Vor Beginn des Krieges betrug die Betriebslänge der k. k. Staatsbahnen und der vom Staate auf eigene Rechnung betriebenen Privatbahnen rund 14000 km, wogegen diese Länge Ende des Jahres 1923 nur rund 5000 km zählte. Verschiedene Einrichtungen des umfangreichen Betriebsapparates mufsten daher in einem einschneidenden Ausmafse verringert und den vollständig geänderten Verhältnissen neu angepafst werden. Dieser schmerzhafte Konzentrationsprozefs erforderte bei der allgemeinen Lage der Dinge ein zielsicheres und planmäfsiges Vorgehen, wobei getrachtet wurde, die mit einem solchen Vorgang verbundenen Härten so weit als möglich zu mildern.

Eine weitere wichtige Aufgabe bildete die Neuordnung des Verkehrs. Die neue Formung des Bundesgebietes Österreichs und die neue Lage der Dinge hatte auf verschiedenen Bahnlinien eine vollständige Umwälzung ihrer Belastung gebracht. Linien, die früher hochentwickelte Fernverkehre bedienten, hatten diese zum gröfsten Teil eingebüfst, wogegen andere Linien ganz unvermittelten sprunghaften Verkehrsstöfsen ausgesetzt waren. Es erwies sich daher als ganz unerläfslich, den Verkehr in einzelnen Netzteilen ganz umzustellen, wobei die wirtschaftliche Zusammenfassung des Vorhandenen und das Ziel der möglichsten Vereinfachung und Verbilligung des Verkehrs unentwegt festgehalten werden mufsten. Die schwankenden Währungen verschiedener mitteleuropäischer Staaten und die infolgedessen wechselnden wirtschaftlichen Konjunkturen erzeugten eine ständige Unruhe im Verkehr, so dafs ein erheblicher Umfang der Betriebsbereitschaft für allfällige Verkehrssteigerungen ständig im Auge behalten werden mufste, ein Umstand, der dem Wunsche auf verbilligende restlose Anpassung der Betriebsvorkehrungen an den vorhandenen Bedarf manchmal schroff gegenüberstand. Besondere Schwierigkeiten bereitete weiter die Erscheinung, dafs durch die im Kriege über jedes Mafs gehende Ausnützung von Mann und Material im weitesten Sinne des Wortes im Verkehr eine vollständige Verwilderung eingerissen war. Parallel mit den Anstrengungen zum Wiederaufbau des Betriebsapparats mufsten auch zur Wiederkehr von Ordnung und Regelmäfsigkeit im Betriebe die Wege geebnet werden und es wurde durch geeignete Mittel ständig auf die Öffentlichkeit eingewirkt, die Bestrebungen der Bahnorgane zu unterstützen. Besonders wichtig war auch die Wiederherstellung geordneter Verhältnisse in der Zugförderung. Der aufserordentliche Brennstoffmangel, die schlechte und wechselnde Beschaffenheit des Brennstoffs, die im Kriege durch Einbau von Ersatzstoffen herabgesunkene Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, die Steigerung der Zugbelastung und andere Ursachen waren die Quellen zahlreicher Verkehrsunregelmäfsigkeiten. Durch grundlegende Umstellungen auf dem Gebiete des Beschaffungswesens im Vereine mit verschiedenen anderen Mafsnahmen und mit der günstigen Entwicklung der Dinge gelang es schliefslich, der Schwierigkeiten Herr zu werden.

Eine weitere wichtige Aufgabe des Betriebsdienstes bestand darin, die schwer mit dem Dasein ringende Volkswirtschaft nach Möglichkeit zu unterstützen. Die schon während des Krieges einsetzende krisenhafte Wohnungsnot, die Entfernu zwischen Wohnort und Arbeitsort und andere Verhältnis nötigten zur Einrichtung der täglichen wohlfeilen Beförderu grofser Massen auf ganz erhebliche Entfernungen. Die ras wechselnden wirtschaftlichen Konjunkturen erforderten ei schmiegsame Anpassung des Betriebs an den ständig schwanke den Bedarf, so dafs durch ständige Verkehrsbeobachtung u wiederholt durch sofort einsetzende Verfügungen getracht werden mufste, gegenüber der Entwicklung der Verhältnis nicht in die Hinterhand zu kommen. Neben diesen Tag aufgaben wurde jedoch energisch auf das Ziel des Wied aufbaues und der Wiederbelebung des Verkehrs hingearbeit Durch Schaffung geeigneter Zugverbindungen wurde getracht das in der Nachkriegszeit stark in Erscheinung tretende Streb breiter Massen zur Natur, zu Licht und Luft möglichst fördern. Die Hebung des Fremdenverkehrs, des Touriste verkehrs, des Wintersportverkehrs, des Bäderverkehrs und hiermit zusammenhängenden Belange bildeten den Gegensta ständiger Obsorge, um vorhandene Keime zur Entwicklung bringen, bereits im Aufschwunge begriffene Verkehre na Möglichkeit zu fördern und insbesondere das Ausland dur gute Reiseverbindungen zum Besuche unserer landschaftli hervorragenden Alpengebiete zu ermuntern.

Der Mangel an Kohle in Österreich, der starke Kohl verbrauch auf den vielen Steilrampenstrecken im Gebirge u das Bestreben, die stark passive Handelsbilanz durch besse Ausnützung der heimischen Bodenschätze zu verbessern, füh zur Inangriffnahme der Verwertung der weifsen Kohle, d. zur beschleunigten Wasserkraftnutzung durch die Einrichtu der elektrischen Zugförderung auf den Bundesbahnen. I Inangriffnahme dieser Arbeiten stellte den Betriebsdienst v eine Reihe neuer Aufgaben und Probleme, zumal es sich u Bergstrecken mit aufserordentlich schwierigen Betriebsverhä nissen handelte.

Aus diesen wenigen Streiflichtern über das Vergange ist die Fülle der Arbeitsgebiete zu erkennen, in denen d Betriebsdienst mafsgebend tätig war. Durch tatkräftiges Z sammenarbeiten der ausführenden Organe und der Leitung es in diesen Jahren gelungen, bei dem Wiederaufbau des B triebs der Österreichischen Bundesbahnen beachtliche Erfol zu erreichen, die im Inlande und Auslande bereits gewürdi wurden. Die schwierige Lage der Volkswirtschaft Österrei und die Notwendigkeit, die ihr aufzuerlegenden tarifarisch Opfer in tragbaren Grenzen zu halten, nötigt auch den Betrieb dienst zu sparsamer Gebarung. Verschiedenen Anregung zur Verbesserung des Verkehrs und seiner verschieden Einrichtungen kann noch nicht Rechnung getragen werd und mancher berechtigter Wunsch bleibt vorläufig unerfül weil die beschränkten Mittel zu gröfster Sparsamkeit nötig

Wenn sich andererseits der objektive Beobachter jewe dieses Rahmens der gegebenen Möglichkeiten erinnert, so wi er erkennen, dafs der Betriebsdienst der Österreichischen Bund bahnen sich in gutem Vorschreiten befindet und dafs alles g schieht, um insbesondere dem reisenden Fremden die Einrei in unser Land anziehend zu gestalten und ihm die Schönheit unserer Heimat zu erschliefsen.

Der Oberbau der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ministerialrat Ing. Hiller, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Tafel 41.

Das Netz der Österreichischen Bundesbahnen umfafst zum aus gröfsten Teile (über 90 %) Bahnlinien, die durch lange re im Privatbetrieb gestanden haben und auf denen der rbau je nach der Zugehörigkeit eine ganz verschiedene wicklung genommen hat. Die ersten gröfseren Verstaatungen, bei denen eine Reihe wichtiger Hauptlinien, wie die serin-Elisabeth-Bahn (Hauptrichtung Wien—Salzburg), die ser-Franz-Josefs-Bahn (Wien—Prag) und die Kronprinzolfs-Bahn (St. Valentin—Tarvis) mit allen Zweiglinien vom ıte erworben wurden, fällt schon in die Zeit der achtziger re. In den Jahren 1907 bis 1909 folgten, soweit das tige Netz in Frage kommt, die Kaiser-Ferdinands-Nordbahn, österreichische Nordwestbahn und die zum Teil nach Norden, Teil nach Osten führenden Linien der österreichisch-arischen Staatseisenbahngesellschaft. Durch den Friedensufs kamen die ehemals ungarischen Linien des Burgenlandes zu, im Jahre 1921 wurde der Betrieb auf den Niederösterhischen Landesbahnen und im Jahre 1923 auf dem ausehnten Netz der ehemaligen Südbahngesellschaft übernommen.

Verkleinerung des Staatsgebietes durch den Zerfall der narchie hatte eine Verringerung der Gesamtlinienlänge auf äufig ein Drittel des seinerzeitigen Umfangs zur Folge. die grofsen Privatbahnen aber fast durchwegs in Wien n Ausgangspunkt hatten, wurde die Vielseitigkeit der verbenden Oberbauformen im Verhältnis zur Streckenlänge durch noch bedeutend verschlimmert.

Schon die Staatseisenbahnverwaltung des alten Österreich te naturgemäfs das Bestreben, den Oberbau soweit als glich zu vereinheitlichen. Als erste Regelbauarten wurden Jahre 1883 die Oberbauform X (35,4 kg/m) für Hauptnen und die Form XI (31,7 kg m) für Nebenbahnen einührt. Im Jahre 1897 folgte der Stuhlschienenoberbau m Ia mit 42,1 kg/m schweren Schienen in gufseisernen hlen und 1903 der Breitfufsschienenoberbau Form A mit 35 kg schweren Schienen auf gewalzten Stuhlplatten. Aus ı letztgenannten hat sich durch Übergang auf Spannplattenestigung unser heutiger Einheitsoberbau entwickelt.

Trotz planmäfsigen Festhaltens an diesen wenigen Einsformen bei allen im Laufe der Jahre durchgeführten Gleisbauten sind wir mit der Vereinheitlichung des Oberbaues h weit vom Ziele. Die in der Kriegs- nnd Nachkriegszeit ch die Verhältnisse gegebene und auch heute noch andernde weitgehende Beschränkung in den Mitteln verhinderte grofszügige Auswechslungstätigkeit und gab immer nur Möglichkeit, die aus sicherheitlichen und betrieblichen cksichten notwendigsten Herstellungen durchzuführen. Naturıäfs kamen für die Verlegung des schweren Oberbaues in er Linie auch wieder die stärker beanspruchten Strecken Frage, die gröfstenteils schon mit Staatsbahnoberbau ausüstet waren. Von unserem gesamten Gleisbestand (rund 570 km) ist dermalen kaum $^1/_4$ mit schwerem Oberbau und ganzen nicht viel mehr als 60 % mit den angeführten heitsformen ausgestattet. Im restlichen Teil, besonders auf talbahnen und in Nebengleisen liegen noch von altersher bunter Mischung mehr als 50 verschiedene Privatbahnienenformen und — nur nach Schienenformen und Kreuzungsıkeln gezählt — über 110 verschiedene Weichenbauarten, dafs in bezug auf Vielfältigkeit der Oberbauausgestaltung Verhältnis zur Linienlänge die Österreichischen Bundesnen infolge der eigenartigen Entwicklung wohl zu den chst bedachten Verwaltungen zu zählen sein dürften. Was für die Gleiswirtschaft und die Erhaltung der Anlagen leutet, zumal die meisten früheren Erzeugungsstätten im heutigen Ausland liegen, kann für Gleisfachleute keinem Zweifel unterliegen. Mit zunehmender Besserung der Verhältnisse wird hoffentlich in nicht zu ferner Zeit die Notwendigkeit, um jeden Preis vom Bestand zu zehren, aufhören und durch rascheren Abschlufs der Vereinheitlichungsarbeiten die Bahn frei werden für eine übersichtlichere Gleiswirtschaft und die planmäfsige Ausgestaltung der Linien.

Die eingangs erwähnten Oberbauformen X und XI wurden seinerzeit in dieser Zeitschrift näher beschrieben*). Die Ausführung auf Holzschwellen war für die anfänglichen Betriebsverhältnisse vollkommen ausreichend und liefs sich, abgesehen von der Schwellenvermehrung, auch durch Einführung stärkerer Laschen und Platten, Anwendung von Schwellenschrauben und dergl. den steigenden Bedürfnissen ohne Schwierigkeit weiter anpassen. Die derart verstärkte Ausführung steht seit 1903 als Oberbauform Xa in Verwendung. Hingegen hat die Versuchsausführung auf Eisenschwellen bei der die von Oberinspektor Heindl entworfene und später auch von deutschen Bahnen, besonders von Bayern und Württemberg, übernommene Befestigungsart infolge der bekannten Mängel auf die Dauer wenig befriedigt, so dafs von 1892 an die Neueinlegung von Eisenschwellen im durchlaufenden Gleis aufgegeben wurde. Nur für Weichen, wo die durch die eiserne Unterschwellung gegebene Erleichterung einer genauen Montierung einen besonderen Vorzug bedeutet, wurde bei den zugehörigen Formen unter Vornahme einiger Verbesserungen an dieser Befestigungsart bis heute festgehalten.

Über unseren Stuhlschienenoberbau, Form Ia und die in der ersten Zeit hiermit gemachten Erfahrungen hat Fischer-Zickhartsburg eingehend berichtet**). Leider haben die damaligen, nach den ersten Beobachtungsjahren in diesen Oberbau gesetzten Erwartungen in mancher Hinsicht sich nicht in dem Mafse erfüllt, dafs diese Oberbauform für Neuverlegung noch in Betracht kommen könnte.

Im nachstehenden soll daher nur unser dermaliger Einheitsoberbau Form A für Hauptbahnen hinsichtlich seiner Entwicklung und Bewährung näher besprochen werden. Die gegenwärtige Ausbildung ist den Darstellungen auf Taf. 41 zu entnehmen.

Die Schiene Form A hat 140 mm Höhe, 68 mm Kopfbreite, 112 mm Fufsbreite, 14 mm Stegstärke. Die seitlichen Begrenzungsflächen des Schienenkopfes sind parallel, die Laschenanlageflächen 1 : 4 geneigt. Gewicht der Schiene 44,35 kg/m, $J = 1442$ cm^4, $W = 205$ cm^3.

Die Schienen werden in der Regellänge von 15 m geliefert. In Streckenteilen, in denen eine Verringerung der Schienenstöfse besonders erwünscht ist, also auf Brücken, in eingeschotterten Bahnhofgleisen und in längeren Tunneln werden Schienen mit 20 und 25 m Länge verwendet.

Die Stofsverbindung wird weiter noch als Schwebestofs mit 50 cm Schwellenabstand und vier- oder sechslochigen Laschen von Z-förmigem Querschnitt ausgeführt.

Der Oberbau der laufenden Gleise liegt ausschliefslich auf Holz und zwar in der Regel auf getränkten Lärchenschwellen von 2,5 m Länge. Scharfe Krümmungen und Gefällstrecken werden mit Eichenschwellen ausgestattet.

Als Unterlagsplatten wurden in den ersten zehn Jahren neben den gewöhnlichen Keilplatten auf den Stofsschwellen und auf einem Teil der Mittelschwellen sogenannte Stuhlplatten verwendet***), die sich aber infolge raschen Verschleifses der

*) Organ 1888, Seite 85 und Taf. XII.
**) Organ 1904, Seite 151, 217, 248, Taf. LXXVIII bis LXXIX.
***) Organ 1904, Taf. LXXVIII, Abb. 26, Taf. LXXIX, Abb. 4 bis 7.

kleinen Klemmplättchen und schlechten Haltes der Fufsschrauben nicht bewährten.

Mit Rücksicht auf diese Mängel wurde im Jahre 1913 an Stelle der Stuhlplatten die auf den Linien der ehemaligen Nordwestbahn schon seit 1885 mit bestem Erfolg verwendete Spannplatte allgemein eingeführt (Abb. 3 und 6 auf Taf. 41 dieses Heftes). Die Bauart stammt bekanntlich von Hohenegger, dem späteren Baudirektor der österreichischen N. W. B., der sich schon in den 70er Jahren durch eine Reihe neuartiger, für seine Zeit höchst bemerkenswerter Oberbaukonstruktionen, wie seinen Oberbau auf eisernen Langschwellen, die Ausführung von Weichen mit Langschwellen, von doppelten Kreuzungsweichen mit umstellbaren Spitzen an Stelle der Doppelherzstücke u. dergl. m., in der Fachwelt einen besonderen Namen gemacht hat. Schon bei der ersten Bauart seines Langschwellenoberbaues vom Jahre 1875 finden wir Keilklemmplättchen, die in der Absicht angeordnet wurden, das durch Querbewegungen der Schiene hervorgerufene, schädliche Abscheuern der Schwellendecke möglichst zu verringern. Bei der zweiten Ausführung vom Jahre 1881 sind diese Plättchen bereits wendbar und für verschiedene Spannweiten ausgebildet, um die Spurerweiterungen im Gleis durch blofses Verschieben der Schiene auf den Langschwellen herstellen zu können. Aus diesen Ausführungen hat sich die Schienenbefestigung für den Spannplattenoberbau auf Holzschwellen herausgebildet. Die zugehörigen gewalzten Unterlagsspannplatten haben eine geneigte Schienenauflagerfläche, zwei schräge Stützleisten für die Keilklemmplättchen und in der Unterfläche zwei trapezförmige Nuten für den Sitz der Klemmplättchenbolzen. Bei den ersten Ausführungen war auf der Innenseite der Platte auch eine in das Schwellenholz eingreifende Randleiste vorgesehen, die aber wegen nachteiliger Einwirkung auf die Schwellen bald wieder weggelassen wurde.

Ferner wurden bei einigen Lieferungen die Klemmplättchen mit nasenförmigen Ansätzen ausgeführt, die neben dem Schienenfufs in eine Aussparung der Platte eingriffen und dadurch die Lage der Schiene genauer begrenzen sollten. Da diese Ansätze sich als entbehrlich und für die Klemmwirkung nur störend erwiesen, wurde diese Ausbildung gleichfalls bald aufgegeben. Irreführender Weise hat gerade diese ganz vorübergehende Versuchsausführung in der Fachliteratur ziemliche Verbreitung gefunden. Im wesentlichen haben die einzelnen Teile des Spannplattenoberbaues auch heute noch dieselbe Form wie vor 40 Jahren, nur die Abmessungen wurden der stärkeren Schienenform angepafst.

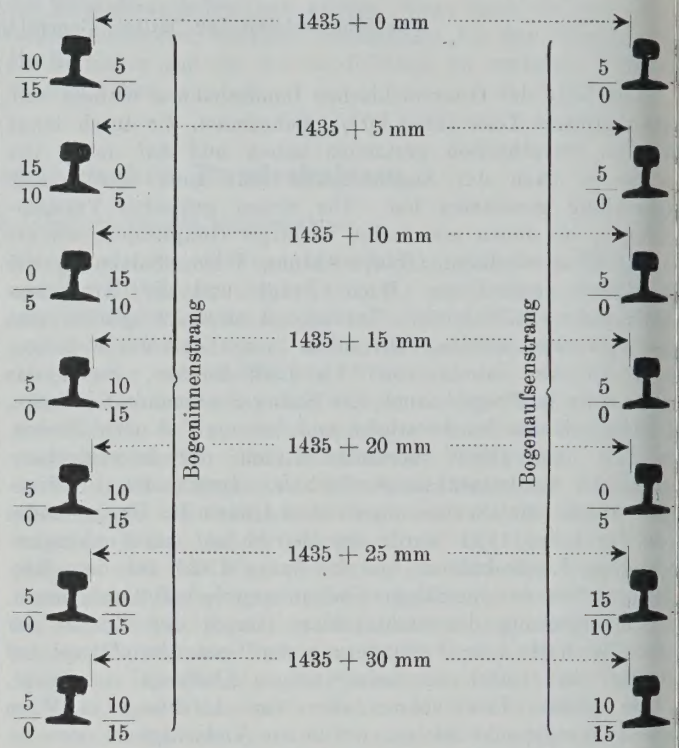
Unsere heutige Spannplatte, die wegen des geringen Unterschiedes in der Fufsbreite der Schienen A und Xa für beide Formen verwendbar ist, hat eine Länge von 354, eine Breite von 140 und eine Mindeststärke vom 12 mm. Zu jeder Spannplatte gehört ein für alle Fälle gleiches Klemmplättchenpaar (Abb. 11, 12, Taf. 41) mit zwei Fufsschrauben (Abb. 10, Taf. 41). Die beiden Klemmplättchen sind in der Länge um 10 mm verschieden. Jedes von beiden hat zwei verschiedene Klemmseiten, eine oben und eine unten, die in ihrer Länge K (siehe Abb. 3, Taf. 41) um 5 mm voneinander abweichen.

Länge der Klemmseiten beim

kleineren Klemmplättchen:	gröfseren Klemmplättchen:
$K_0 = a$	$K_{10} = a + 10$
$K_5 = a + 5$	$K_{15} = a + 15.$

Die Klemmplättchen sind nach den Übermafsen über das Grundmafs a bezeichnet, das kleinere also mit 0/5, das gröfsere mit 10/15. Diese Übermafse 0, 5, 10, 15 sind auf der betreffenden Seite des Plättchens eingeschlagen. Mit diesen vier Längen können, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt, alle Spurerweiterungen von 0 bis 30 mm in Abstufungen von 5 zu 5 mm hergestellt werden.

Klemmplättchenlage bei den verschiedenen Spurweiten:



Die in gleicher Höhe stehenden Ziffern geben bei jeder Schie die Summe 15. Die Summe der unteren Ziffern der beid innenliegenden Plättchen gibt die Spurerweiterung an. Zwische mafse in der Spurerweiterungsabstufung beim Bogeneinlauf u Auslauf sind durch leichtes Schiefstellen der Plättchen geg die wagrechte Lage herstellbar.

Die Fufsschraube hat einen flachen vierkantigen Kopf, a an zwei Seiten nach der Neigung der Seitenfläche der Plattenn abgeschrägt ist, so dafs er beim Anziehen der Schraube ke förmig in die Plattennut hineingepreſst wird.

Die Befestigung der Platte auf der Schiene erfolgt a der Innenseite mit einer Schwellenschraube (Abb. 8, Taf. 4 auf der Aufsenseite, wo die Befestigungsmittel neben den Klem plättchen sitzen, mit zwei Achtkantnägeln (Abb. 9, Taf. 41). I Schwellenschraube wurde gegenüber der ursprünglichen Fo im Gewinde etwas verstärkt und im Halse derart abgeände dafs der zylindrische Teil auf jeden Fall bis in die Schwelle reic Der Achtkantnagel, der einem französischen Muster nachgebil ist, gehört auch zu den Eigenheiten des Nordwestbahnoberbau Hohenegger hat über die damit angestellten Versuche sein zeit*) ausführlich berichtet. Die seither gemachten Erfahrung haben seine Schlufsfolgerungen im allgemeinen bestätigt.

Die Anzahl der Schwellen und die Verteilung der Platt wird den Beanspruchungsverhältnissen der Strecke angepa (Abb. 7, Taf. 41).

Unsere Erfahrungen mit der Spannplatte dürften insow von allgemeinerem Interesse sein, als diese Befestigung u ihre Anwendung auf Eisenquerschwellen (Oldenburger Oberba gerade in den letzten Jahren anläfslich der Studien über d neuen Reichsbahnoberbau vielfach Gegenstand fachlicher E örterung waren.

Um Mifsverständnissen vorzubeugen mufs aber ausdrückli betont werden, dafs unsere Erfahrungen sich nur auf d Spannplattenbefestigung auf Holzschwellen beziehen und a ähnliche Ausführungen für Eisenschwellen, wo die Verhältnis vielfach anders liegen, natürlich nicht ohne weiters übertragb sind. Die Spannplatte bildet in ihrer festen Verbindung m

*) Organ 1878, S. 61.

r Schiene dem Wesen nach eine Verbreiterung des Schienen-ses und ist mit der Holzschwelle durch eine von der Schienen-festigung völlig getrennte Befestigung verbunden. Bei jenen sführungen auf Eisenschwellen, wo die Schiene unmittelbar f der steifen Schwelle steht, wird die Klemmplättchen-festigung viel mehr in Mitleidenschaft gezogen. Weiter sen sich bei den Platten die Stützleisten viel genauer her-llen, die Klemmplattenbolzen sitzen in der Platte fester und iiger als die Hakenschrauben im Langloch der Schwellen dergl. m.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dafs die nnplatte schon durch mehr als ein Schienenalter auf der heren Nordwestbahn, also auf der gefälls- und bogenreichen nellzugstrecke Wien—Tetschen—(Berlin) allgemein in Ver-ndung stand und dafs auf allen unseren Hauptlinien seit Jahren die Schienenbefestigung nur mehr in dieser Weise chgeführt wird. Ein Teil der vor dem Umsturz damit gerüsteten Linien liegt heute im tschechoslowakischen und nischen Staatsgebiet, so dafs dieser Oberbau auch auf den tigen Bahnen ziemliche Verbreitung hat.

Nach unseren Erfahrungen kann über den Spannplatten-rbau nur das beste Urteil abgegeben werden. Er hat sich er allen von uns versuchten und verwendeten Oberbauarten technischer und auch in wirtschaftlicher Beziehung bisher die geeignetste Bauart erwiesen und leistet insbesondere in ecken, in welchen ungünstige Lage- und Richtungsverhältnisse Längs- und Querbewegungen der Schienenstränge begünstigen andere Mittel versagen, ganz ausgezeichnete Dienste. ch die beiderseitige Keilklemmplättchenbefestigung wird Schiene nicht blofs kräftig niedergehalten sondern auch im rechten Sinne unter Ausschaltung der schädlichen Spiel-me mit der Platte in einer Weise fest und winkel-t verspannt, wie dies mit gewöhnlichen, nur lotrecht kenden Klemmen keinesfalls erreicht werden kann. Die er den Muttern der Fufsschrauben angeordneten Federringe en der Befestigung die nötige Geschmeidigkeit. Infolge grofsen Auflagerfläche der Platten und der ruhigen Lage Schiene arbeitet sich die Platte weniger in das Schwellen-ein. Der Umstand, dafs die Plattenunterfläche durch die len Längsrinnen für die Fufsschraubenköpfe unterbrochen hierdurch etwas verkleinert ist, kommt dabei nicht störend Ausdruck, sondern ist sogar insoweit von Vorteil, als auf der Schwellenoberfläche sich bildenden flachen Rippen Widerstand gegen seitliche Verschiebungen vergrößern. strenge Festsitzen der Schiene äufsert sich in guter Spur-ung, in einem gröfseren Widerstand gegen das Kanten Schiene und in einer besonderen Widerstandsfähigkeit en Längsverschiebungen des Gleises. In letzterer Hinsicht erwähnt, dafs sich die Spannplatte in vergleichenden Ver-ien mit Stemmwinkeln, Keilklemmen, Fufsklammern, An-platten u. dergl. als das beste und billigste Wander-tzmittel erwiesen hat, so dafs die Anordnung besonderer, in Regel nur einseitig wirkender Wanderstützen bei Spannplatten-bau völlig entbehrlich wird. Selbstverständlich mufs auch Schwellenholz den auftretenden Beanspruchungen gewachsen weshalb in Strecken mit gröfseren Gefällen oder scharfen mmungen nach Möglichkeit harte Schwellen verwendet werden. Der Spurweitenausgleich in den Klemmplättchen macht für bestimmte Schienenform die einheitliche Bohrung aller Spann-enschwellen möglich (Abb. 13, Taf. 41). Die Schwellen können t vor der Tränkung gebohrt und noch in der Anstalt unter vendung maschineller Hilfsmittel mit den Platten ausgerüstet en. Die aus der Platte vorragenden Klemmplattenbolzen durch die aufgeschraubten Muttern gegen Beschädigungen Auflegen der Schienen geschützt. Da es nur zwei Arten Klemmplättchen gibt, und dieses Paar bei jeder Platte vendung finden mufs, können übrigens auch die Plättchen schon in der Tränkungsanstalt beigegeben werden. Die Klemmplättchen werden in diesem Falle für die Versendung nach der Regelausteilung auf die Fufsschrauben aufgesteckt und um 90° verdreht auf der Platte leicht niedergeschraubt, so dafs die Auflagerfläche für die Schiene frei bleibt. Bei der Verlegung müssen dann allerdings bei einem Teil der Platten die Klemmplättchen gewendet oder vertauscht werden.

Die Anordnung der Plättchen je nach der Spurweite ist so einfach, dafs sie sich überall rasch einlebt und auch leicht überprüft werden kann. Die Umständlichkeit in der Stoffverteilung, die sich bei Verwendung einer gröfseren Anzahl von Plättchenformen mit wechselnder Zusammenstellung für die einzelnen Bogenhalbmesser ergibt, fällt hier vollständig weg. Die feste Verbindung der einzelnen Teile kommt auch in der Unterhaltung vorteilhaft zum Ausdruck. Die Fufsschrauben dieses Oberbaues lockern sich weniger und der Verschleifs an den Anlageflächen der Plättchen und am Schienenauflager ist infolge Einschränkung der Scheuerbewegungen im Vergleich zu anderen Oberbauarten auffallend gering. Die einfache Herstellbarkeit der wenigen Bestandteile macht die Befestigungsart auch verhältnismäfsig billig.

Der Besprechung gelegentlich geltend gemachter Mängel möchte ich einige allgemeine Bemerkungen über die Beurteilung von Oberbauausführungen vorausschicken. Ein Oberbau, der allen erdenklichen theoretischen und praktischen Forderungen voll entspricht, wird wegen der Mannigfaltigkeit und teilweisen Gegensätzlichkeit der Bedingungen überhaupt nie möglich sein. Das Bestreben, allem Rechnung zu tragen, führt leicht zu Ausbildungen, die eine der wichtigsten Eigenschaften eines guten Oberbaues, die Einfachheit, vermissen lassen. Man mufs daher für die Beurteilung bestimmte Voraussetzungen treffen und innerhalb deren sich auf ein vergleichsmäfsiges Urteil beschränken. Vor allem soll klar abgegrenzt sein, welchen Beanspruchungsverhältnissen die betreffende Ausführung im allgemeinen zu genügen hat. Aufsergewöhnliche Verhältnisse erfordern besondere Vorkehrungen, die bei Verallgemeinerung nur eine unnütze Verteuerung zur Folge hätten. Weiter mufs vorausgesetzt werden, dafs die gelieferten Bestandteile hinsichtlich ihrer Anarbeitung und Stoffbeschaffenheit den Forderungen, die man erfahrungsgemäfs stellen kann, auch wirklich entsprechen. Den nachteiligen Folgen schlechter Stoffbeschaffenheit, wie beispielsweise der oft nur bei einzelnen Lieferungen beobachteten, ganz aufsergewöhnlichen Neigung zur Rostbildung und zu raschem Verschleifs soll durch Einflufsnahme auf die Erzeugung und nicht durch übertriebene Zugaben in den Abmessungen gesteuert werden. Schliefslich mufs auch mit einem gewissen Mafs von Verständnis und Sorgfalt der mit der Verlegung und Unterhaltung betrauten Stellen gerechnet werden, denn bei völlig unsachgemäfser Behandlung würde auch die beste Ausführung versagen. Bei Berücksichtigung dieser Voraussetzungen verliert mancher kritische Einwand in bezug auf die allgemeine Beurteilung einer Bauart sehr an Bedeutung.

Es ist beispielsweise, wie dies vermutet wurde, uns nie bekannt geworden, dafs das Fehlen von Randleisten zur Führung des Schienenfufses bei diesem Oberbau eine Schwierigkeit für die Verlegung oder für das Ausrichten des Gleises zur Folge gehabt hätte, oder dafs durch einseitiges Nachziehen der Fufsschrauben Verdrückungen des Gleises herbeigeführt werden. Die betreffenden Strecken liegen im Gegenteil sehr gut und lassen sich leichter in der richtigen Lage erhalten als unsere übrigen Oberbauformen. Es ist ein Vorteil dieser Befestigungsart, dafs die bei der Verlegung oder im Betrieb sich ergebenden Abweichungen durch geringes Neigen der Plättchen oder dafs eintretende Spurübererweiterungen in Bogen bis zu einem gewissen Grad ohne Übernagelung durch Wenden der Plättchen ausgeglichen werden können. Auch irgendwelche Unzukömm-

lichkeiten durch den Umstand, dafs bei geneigten Klemmplättchen nicht Flächen, sondern nur Kanten zur Anlage kommen, sind nirgends in fühlbarer Weise aufgetreten. Die Bedeutung der theoretischen Druckflächen dürfte im allgemeinen zu sehr überschätzt werden. Wie die gewöhnlich sehr kleinen Glanzstellen bei abgehobenen Schienen, Laschen und Plättchen zeigen, werden die vorhandenen Druckflächen in den seltensten Fällen ausgenützt. Viel ausschlaggebender als die Steigerung des spezifischen Flächendruckes ist für den Verschleifs das Mafs der gegenseitigen Bewegung der einzelnen Teile. In dieser Hinsicht liegen beim Spannplattenoberbau, wo bei entsprechender Erhaltung alles fest verspannt ist, die Verhältnisse ungleich günstiger. Tatsächlich sind selbst bei 20 Jahre alten Platten die Ausscheuerungen an den Stützleisten in der Regel nicht tiefer als 1 bis 2 mm, auch sind Nacharbeiten am Kleinzeug (Aufpressen der Anlageflächen) bei diesem Oberbau bisher nie notwendig gewesen. Wir haben daher gegen dieses leichte Schiefstellen der Plättchen — es kann sich nach der Spurweitenabstufung und der Plättchenlänge nur um eine Neigung bis etwa 1 : 30 handeln — keinerlei praktische Bedenken.

Von gröfserer Bedeutung ist der Umstand, dafs bei Lockerung der Fufsschrauben die Plättchen leicht auf den Schienenfufs aufsteigen, so dafs die Schiene den seitlichen Halt verliert und bis zum Bolzen ausweichen kann. Bei unserer Regelausführung, die schon aus Gründen der Sparsamkeit auf den Zwischenschwellen gewöhnliche Randplatten vorsieht, spielt diese Frage keine besondere Rolle. Wir hätten aber nach den gemachten Erfahrungen auch keine sicherheitlichen Bedenken, durchlaufend Spannplatten zu verwenden, wie dies in Ausnahmefällen auch heute schon vielfach geschieht. Ein erprobtes Beispiel hierfür gibt der schon erwähnte Oberbau mit eisernen Langschwellen der Nordwestbahn und der Oberbau auf Brücken dieser Verwaltung mit Blechunterzügen vom Spannplattenquerschnitt, die beide mit durchgängiger Keilplättchenbefestigung ausgeführt waren. In dieser Frage kommt es ausschliefslich auf die Verläfslichkeit der Erhaltung an. Wenn bei gewöhnlicher Plattenbefestigung auf einer Reihe von Schwellen die inneren Befestigungsmittel locker im Holz sitzen oder bei mehreren aufeinander folgenden Schienenstühlen die Holzkeile herausgefallen sind, so ist das für das Kanten oder Ausweichen der Schienen ebenso gefährlich, wie wenn eine ganze Reihe von Fufsschrauben locker ist. Dabei ist das Nachziehen der Schrauben für den Streckenbegeher jedenfalls einfacher als die sofortige und verläfsliche Behebung der vergleichsweise angeführten Mängel. Das Gefahrenmoment wird auch dadurch bedeutend verringert, dafs das Lockern und Aufsteigen fast nur bei dem schlechter übergreifenden und auch stärker beanspruchten inneren Klemmplättchen beobachtet wird. Nach allem dürfte es zu weitgehend sein, in dem nur bei grober Fahrlässigkeit möglichen Versagen der Schraubenbefestigung auf einer gröfseren Anzahl aufeinander folgender Schwellen einen besonderen Nachteil der Bauart zu sehen.

Hinsichtlich des Einwandes, dafs die Fufsschraube zu weit vom Schienenfufs sitze, ist darauf zu verweisen, dafs es sich bei diesen Plättchen nicht allein um einen einarmigen Hebel, sondern mehr um einen Keil handelt, der eine im Mittel sitzende Schraube verlangt. Beim kleineren Plättchen ist dieser Bedingung entsprochen, beim gröfseren wird durch die einseitige Verlängerung des Plättchens eine Verschiebung des Schraubensitzes aus der Mitte unvermeidlich.

Der häufigste und auch verständlichste Einwand geht dahin, dafs die Fufsschraube nicht von oben eingebracht und daher nur unter Abnahme der Platte ausgewechselt werden kann. Wir haben uns mit dieser Frage viel befafst. Alle Studien aber zeigten, dafs die Erfüllung dieser Bedingung nur durch Preisgabe der jetzigen einfachen Ausführung und durch Verteuerung und Verschlechterung der Platten- und Klemmplättchenform erkauft werden könnte. Anderseits wurde durch Rundfragen festgestellt, dafs die Notwendigkeit der Auswechslung dieser Schrauben so selten auftritt, dafs sie statistisch kaum zu erfassen ist. Der versenkte vierkantige Kopf versagt niemals. Wenn die Schraube entsprechend behandelt und ihr Gewinde von Zeit zu Zeit geölt wird, bleibt sie ohne weiteres ebenso wie die Platte und die Klemmplättchen mindestens auf die Lebensdauer der Holzschwelle verwendungsfähig. Als Auswechslungsursache kommt somit, abgesehen von allfälligen Beschädigungen bei Entgleisungen, nur das Reifsen der Bolzen oder das gewaltsame Abdrehen eingerosteter Muttern in Betracht.

Nach unseren Feststellungen auf den von Wien ausgehenden Linien werden bei acht bis zwölfjährigem Spannplattenoberbau im Jahr nur 0,8 bis 2,7‰ der verwendeten Fufsschrauben ausgewechselt. Hiernach könnte man schliefsen, dafs ohne Rücksicht auf das Alter, im Jahre durchschnittlich etwa 2 % oder innerhalb der fünfzehnjährigen Liegedauer von Platten und Schwellen etwa 3 % der Fufsschrauben erneuert werden. Die wegen der Einbringung der Schrauben von unten daraus auflaufenden Mehrkosten sind so gering, dafs ihre Beseitigung nur dann wirtschaftlich gerechtfertigt wäre, wenn sich hierdurch der Gesamtanschaffungspreis für die zugehörigen Platten und Schrauben um nicht mehr als höchstens 3,5 bis 4 % erhöhen würde. Da diese Bedingung kaum erfüllbar ist und das Abgehen von der bisherigen Ausführung anderweitige Nachteile befürchten läfst, haben wir uns entschlossen an der Form der Fufsschraube und ihrer guten Verankerung in der Platte weiter festzuhalten.

Die Spannplatte selbst erscheint auf den ersten Blick etwas zu schwach. Bis jetzt aber haben sich Verbiegungen und Brüche nur selten gezeigt. Es schafft natürlich keine Schwierigkeiten, die Platte erforderlichenfalls etwas stärker zu walzen. Die dünne Platte scheint aber einen geheimnisvollen Vorteil zu haben, der darin liegt, dafs sie sich, wenn die Klemmplättchen an die oberen Ränder der Plattenleisten stark angepreist werden, in ihrer Hauptachse etwas nach oben wölbt, wodurch die Lagerung verbessert, die Spannwirkung erhöht und die Bruchgefahr etwas vermindert wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dafs bisher keiner der besprochenen Mängel zu nennenswerten Anständen geführt hat und dafs auch unsere Aufsendienststellen diesem Oberbau das beste Zeugnis ausstellen.

Wir haben daher auch die Absicht, bei dem in nächster Zeit jedenfalls unvermeidlich werdenden Übergang auf eine schwerere Schienenform (gedacht wird an die Übernahme der deutschen Einheitsform S 49) in bezug auf die Befestigung der Spannplatte festzuhalten. Nach den bisherigen Bewährungsergebnissen werden hierfür neben den nötigen Verstärkungen nur einige unwesentliche Änderungen in Aussicht genommen, die noch kurz angedeutet werden sollen.

Da die Schiene nicht in der Mitte, sondern näher dem äufseren Rande der Platte aufruht, drückt sich besonders der Aufsenstrang von Bogen der äufsere Teil der Platte mehr in die Schwelle ein als der innere. Dieser Übelstand läfst sich durch Verbreiterung der Platte nach aufsen und Anordnung der Schwellenbefestigung aufserhalb der Klemmplättchen in einfacher Weise beheben. Ferner wäre der Querschnitt der Platte derart auszubilden, dafs die Klemmplättchen nicht wagrecht, sondern in der Neigung 1 : 20 liegen und bei den Klemmplättchen die lotrechte Anlagefläche der den Schienenfufs haltenden Klaue soweit als möglich zu vergröfsern. Durch diese Änderung wird der Übergriff der Klemmplättchen verbessert und damit die Gefahr des Aufsteigens der Plättchen bedeutend verringert. Die in Aussicht genommene Verkleinerung der Spurerweiterung

Abb. 1. Querschnitt der

(1

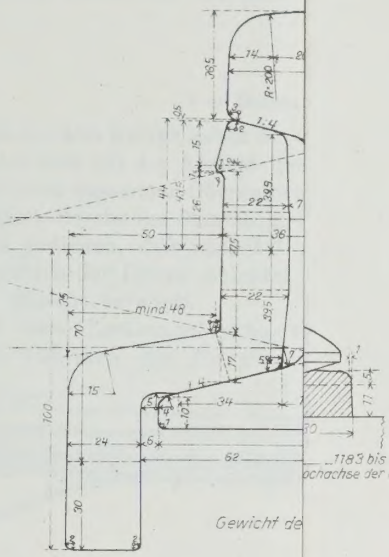


Abb. 8. Schwellenschraube.
(1 : 2,5)

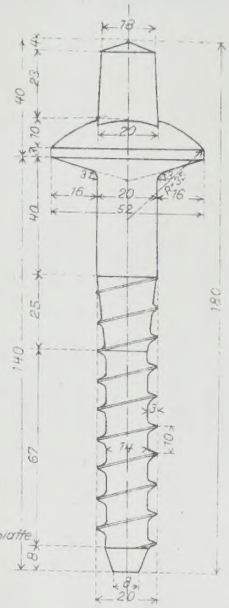
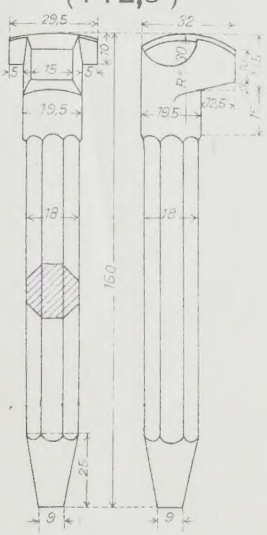


Abb. 9. Achtkantnagel.
(1 : 2,5)



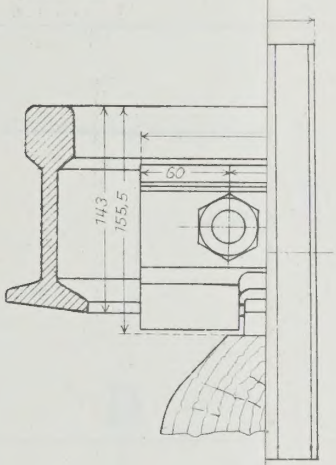
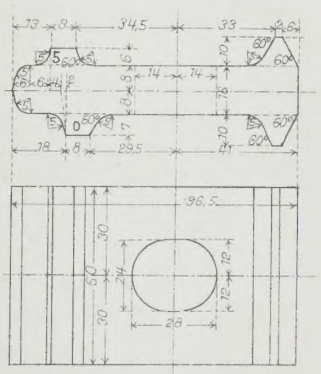
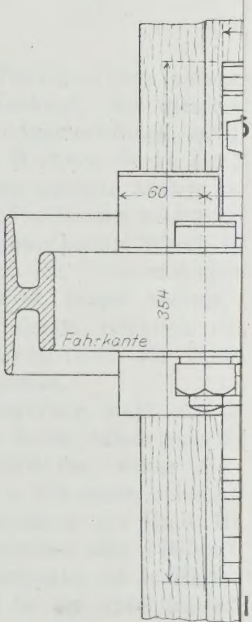


Abb. 12. Klemmplättchen 5/0.
(1 : 2,5)

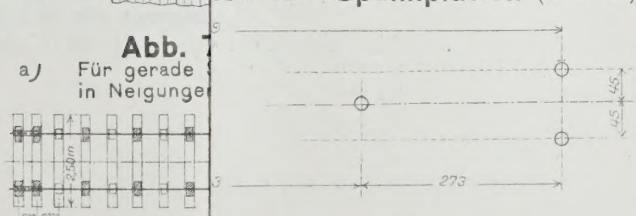




len für Spannplatten (1 : 10)

Abb. 7

a) Für gerade S
in Neigunge



Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

ZumAufsatz: Der Oberbau der Österreichischen Bundesbahnen.

Oberbau mit Schienen Form A und Spannplattenbefestigung auf Holz Querschwellen.

Abb. 1. Querschnitt der Schienen und der Laschen. (1 : 2,5.)

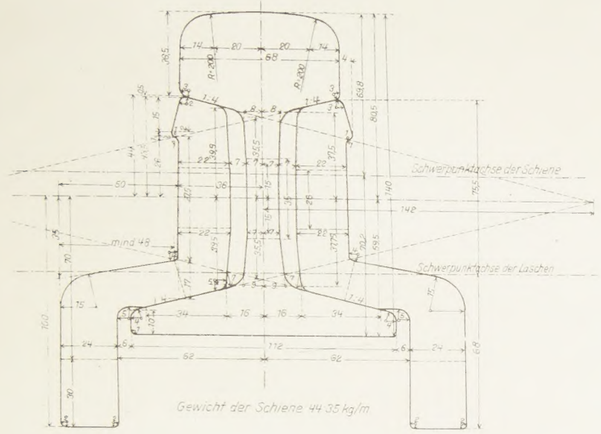


Abb. 2. Mittelplattenbefestigung. (1 : 2,5.)

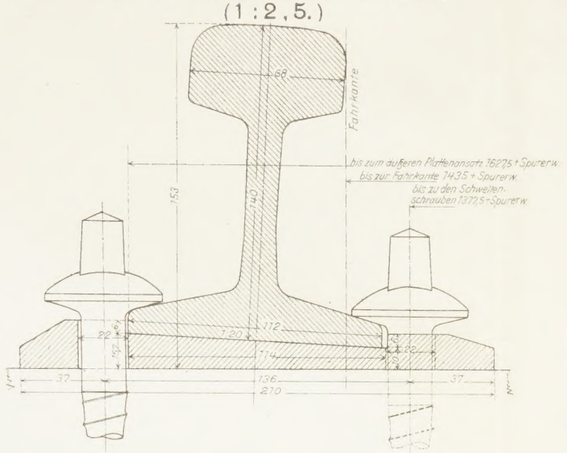


Abb. 3. Spannplattenbefestigung. (1 : 2,5) (Querschnitt A B der Abb. 4.)

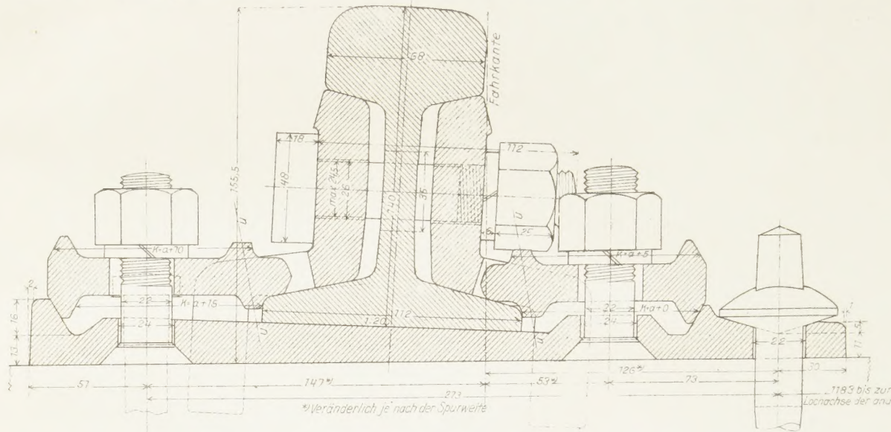


Abb. 8. Schwellenschraube. (1 : 2,5)

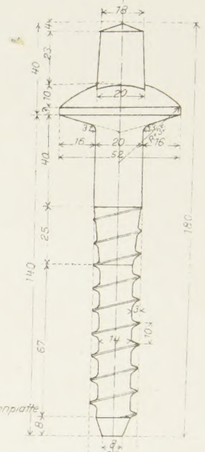


Abb. 4. Schienenstoßverbindung. (1 : 5.)

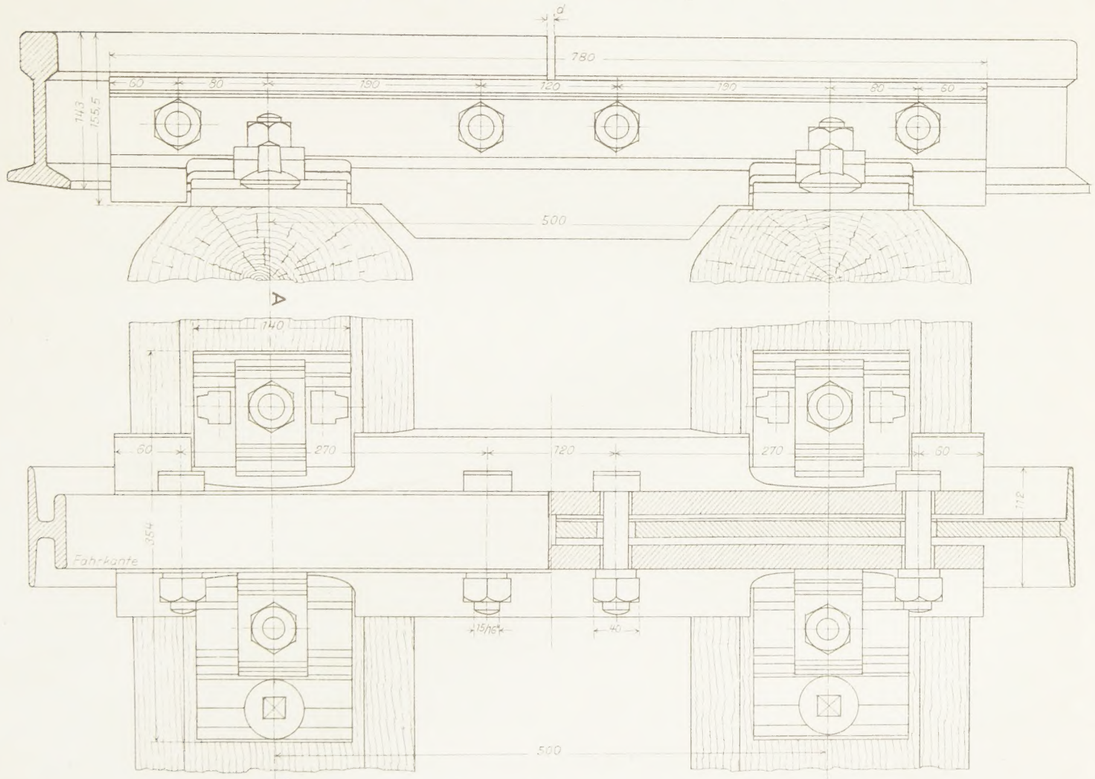


Abb. 6. Spannplatte Form A/X a. (1 : 2,5)

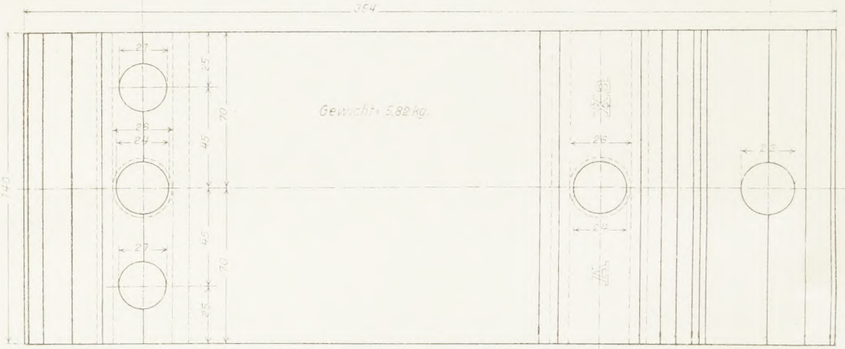


Abb. 9. Achtkantnagel. (1 : 2,5)

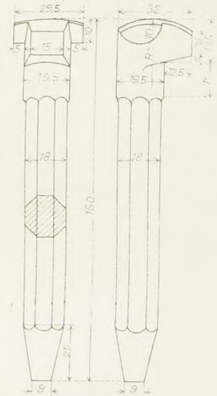


Abb. 5. Laschenschraube. Form A. (1 : 2,5)

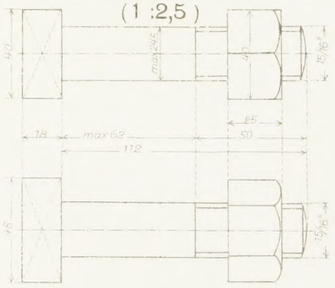


Abb. 11. Klemmplättchen 10/15. (1 : 2,5)

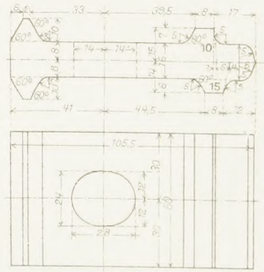


Abb. 12. Klemmplättchen 5/0. (1 : 2,5)

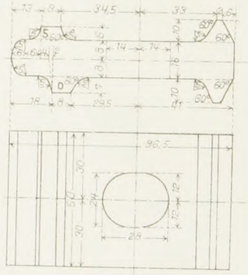


Abb. 10. Fußschraube. (1 : 2,5)

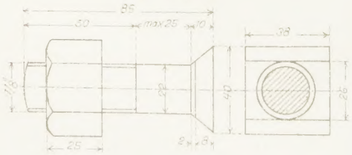


Abb. 13. Bohrung der Schwellen für Spannplatten (1 : 10)

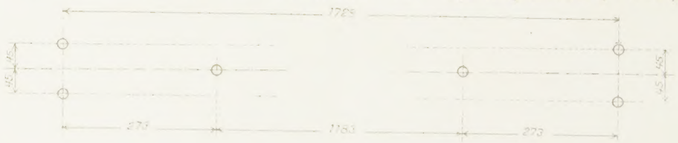


Abb. 7. Schwellen und Plattenaustellung für 15 m. lange Schienen.

a) Für gerade Strecken und Bogen R > 400 m. in Neigungen von 0 bis 10‰.

b) Für gerade Strecken und Bogen R > 400 m in Neigungen über 10‰ und für alle Bogen R ≤ 400 m.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München

rd es voraussichtlich auch ermöglichen, die Abstufungen in
n Klemmplättchenlängen kleiner zu halten, so dafs das
igen der Plättchen für Zwischenmafse der Spurweite noch
niger fühlbar wird. Bei Ausbildung der Platte wird auf
Verwendung von Pappelholzplättchen unter dem Schienen-
s Rücksicht genommen werden.

Wir hoffen durch diese geringfügigen Verbesserungen an der bisherigen Schienenbefestigung und die kräftigere Schiene und Stofsverbindung zu einem Oberbau zu gelangen, der bei verhältnismäfsig einfacher und billiger Ausführung auch den zu gewärtigenden höheren Betriebsanforderungen zufriedenstellend zu entsprechen vermag.

Oberbaulager und Werkstätte Wörth.

Von Hofrat Ing. **Hromatka**, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Schon vor dem Kriege haben die ehemaligen Österreichischen atsbahnen sich mit der Absicht getragen, für mehrere Staats- ndirektionen zusammen Oberbauwerkstätten nach dem Muster Preufsisch-Hessischen Staatsbahnen zu errichten. Die Frage soweit gediehen, dafs zunächst zwei Werkstätten nördlich eine südlich der Donau errichtet werden sollten. Der Krieg diese Absicht vereitelt.

Nach dem Zusammenbruche wurden die verschiedenen atlichen Fabriken für Kriegsbedarf in Österreich zu den

In das Lager werden, soweit die Verwendungsstellen bei der Beschaffung noch nicht bekannt sind, alle für Gleisumbauten und Erhaltung notwendigen Eisenoberbaustoffe eingeliefert und je nach Bedarf von hier versandt. Weiter werden die bei den Streckenleitungen anfallenden Altstoffe (ausgenommen Schrott) in Wörth gesammelt, gesichtet und soweit sie noch für eine Umarbeitung oder Auffrischung geeignet sind, instandgesetzt.

Die Oberbauwerkstätte und das Lager Wörth sind dem Bahnerhaltungsdienste (und zwar der Streckenleitung St. Pölten I)

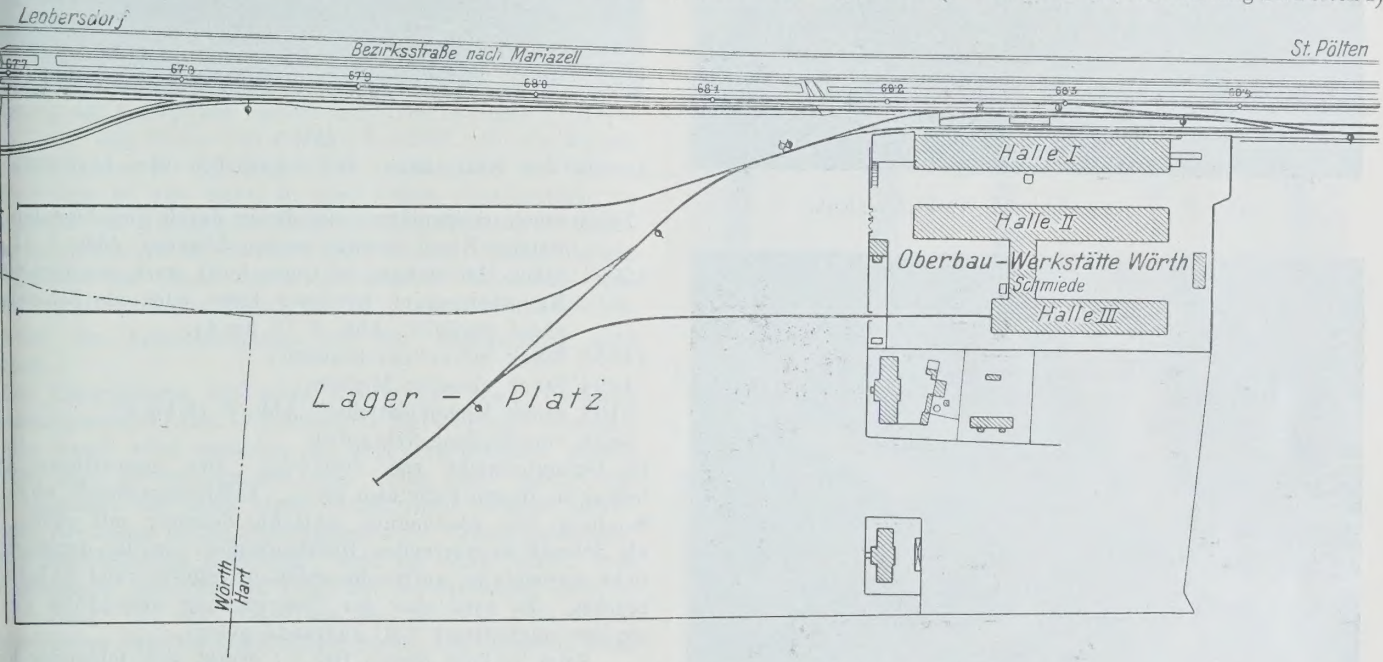


Abb. 1. Lageplan des Oberbaulagers und der Werkstätte Wörth.

aatlichen Industriewerken« zusammengefafst und einzeln abtofsen oder verkauft. Bei dieser Gelegenheit ist es nun den erreichischen Bundesbahnen möglich gewesen, einen Teil sogenannten Wörther Werke am 12. Juli 1922 zu erwerben die schon lang gehegte Absicht zu verwirklichen, eine Oberwerkstätte in Verbindung mit einem Oberbaulager zu errichten.

Die Oberbauwerkstätte Wörth liegt im km 67,7/68,4 der ie Leobersdorf—St. Pölten und wird von der Betriebsausweiche atzern nächst St. Pölten bedient. Grundfläche und Werktenraum ist derart reichlich vorhanden, dafs Wörth als ger für das Gesamtnetz der Österreichischen Bundesbahnen kommen ausreicht.

Für die Lagerung steht ein durch Gleise entsprechend geschlossenes, heute jedoch noch nicht voll ausgenütztes freies ände von 15·904 ha, weiter die Halle I im Ausmafs von m auf 19,4 m mit einem lichten Kellergeschofs von gleicher che und schliefslich die Halle III im Ausmafs von 100 m 19,4 m, zusammen also 7766 m² gedeckter Raum zur Verung. Die Werkstätte ist in Halle II im Ausmafs von 145 m 19,4 m und in der anschliefsenden Schmiede im Ausmafs 32,7 m auf 15,3 m mit zusammen 3313 m² Fläche unterracht (siehe Abb. 1 bis 4).

unterstellt. Mafsgebend hierfür war nicht allein die Lage von Wörth sondern auch der Umstand, dafs bei der Mannigfaltigkeit der in Österreich liegenden Oberbau- und Weichenformen eine ganz besondere Kenntnis der verschiedenen Oberbauformen erforderlich ist, um allen Anforderungen hinsichtlich Beistellung und Erzeugung gerecht werden zu können.

Maschinentechnisch steht der Streckenleitung ein fachlicher Berater zur Seite, der in der einschlägigen Privatindustrie tätig gewesen ist.

Die Werkstättenanlage hatte bei der Übernahme trotz der nach dem Zusammenbruch erfolgten Umstellung auf Friedenserzeugnisse nicht die für eine Oberbauwerkstätte erforderliche maschinelle Einrichtung. Es mufsten vorhandene Maschinen um- und neue Maschinen für den besonderen Zweck eingestellt werden, um eine wirtschaftliche Arbeit zu erzielen.

Als Kraft wird Drehstrom von 50 Perioden und 5000 Volt Spannung von den städtischen Betrieben in St. Pölten bezogen.

Der Werkstätte sind u. a. zugewiesen: Die Instandsetzung von Weichen, die Auffrischung von Kleineisen aller Art, wie Umschmieden oder Umpressen von Hakennägeln, Spur- und Klemmplättchen, das Auffrischen alter Eisenschwellen, Instandsetzen von Blockherzstücken, Herstellung verschiedener in der

laufenden Oberbauerhaltung benötigter abnormaler Gegenstände usw., schliefslich die Instandsetzung von Draisinen, Bahnmeisterfahrrädern, Bahnwagen, Bremsschuhen und Oberbauwerkzeugen aller Art.

Auf die Erfassung der Ausgaben wird ein besonderes Gewicht gelegt. Es werden eigene Konten für Löhne und Gehälter, Abschreibung und Erhaltung, für Werkzeuge und Transmissionen, für Instandhaltung der Licht-, Kraft- und Wasserleitungen usw., geführt. Da die Anlage nicht auf Ge-

Abb. 2. Innenansicht der Werkstättenhalle.

Abb. 3. Innenansicht der Lagerhalle III.

winn berechnet ist, wird der Unkostensatz nicht höher als unbedingt notwendig angesetzt.

Über die Verwaltungseinrichtungen der Oberbauwerkstätte Wörth, wurde bereits früher in dieser Zeitschrift*) berichtet. Mit vorliegendem soll, ohne auf Einzelheiten hinsichtlich der maschinellen Einrichtung einzugehen, nur die wirtschaftliche Seite der Werkstätte, im besonderen die Wirtschaftlichkeit der Auffrischung von Oberbaustoffen besprochen werden.

Die Frage der Auffrischung von Kleineisen ist für jede Eisenbahnverwaltung von besonderer Wichtigkeit. Der Jahresanfall an Kleineisen betrug bei den Österreichischen Bundesbahnen

im Jahre 1925 . . . 3615 t,
im Jahre 1926 . . . 3472 t,
im Durchschnitt . . . 3548 t oder rund 3500 t

und umgerechnet auf 1 km Gleis (Gesamtgleislänge 10570 km) 0,34 t. Unterlagsplatten und Laschen und jenes Kleineisen, das von den Aufsendienststellen nach grober Durchsicht als für die Auffrischung nicht geeignet befunden worden ist, wird unmittelbar dem Verkaufe zugeführt, alles andere, das si rund 1500 t, nach Wörth zur genauen Durchsicht oder A frischung gesendet.

Um festzustellen, wieviel auffrischungsfähige Stoffe das anfallende Alteisen enthält, wurden bei zehn hintereinand einlaufenden Wagen im Gesamtgewicht von 107,5 t die Z zur Durchsicht sowie das Gewicht der ausgesuchten Gege stände ermittelt. Das Durchsehen erforderte einen Arbei aufwand von 1221 Stunden und ergab

Abb. 4.
Ansicht der Werkstätten- und Lagerhallen vom Lagerplatz

7450 Stück Hakennägel, aus denen durch Umschmieden v wertige Nägel erzeugt werden könnten, Abb. 5 (1,
42094 Stück Hakennägel im Querschnitt stark geschwächt Hauptbahnnägel minderer Güte oder als Schmalsp nägel geeignet, Abb. 5 (3 bis 4);
14953 Stück Schwellenschrauben;
4904 Stück einzelne Muttern;
3108 Stück Klemmplättchen, Abb. 6 (1 bis 8);
5428 verschiedene Schrauben

im Gesamtgewicht von 30055 kg. Der verwertbare An betrug in diesem Falle also 28 %. Erfahrungsgemäfs war ob Sendung eine sogenannte schlechte Sendung mit vielen, als Schrott zu wertenden Oberbaustoffen, da die durchschn liche Ausbeute an auffrischungsfähigen Stoffen rund 35 bis 40 beträgt. Es wird aber der Untersuchung absichtlich ein sonders ungünstiger Fall zugrunde gelegt.

Beim Verkauf dieser 107,5 t ergibt sich folgender Erl

Erlös für 107,5 t zu S 50,—		5375
Hiervon ab Aufladekosten 107,5 zu S 5,—	S 538,—	
Frachtkosten für einen mittleren Beförderungsweg nach Eisenerz 107,5 × S 14	S 1505,—	S 2043
Somit Reinerlös . .		S 3332

Der Ankaufwert von neuen Oberbaustoffen an Stelle in Wörth aufgefrischten beträgt:

7450 Stück Hakennägel zu S 0,18		S 1341
30000 Stück Hakennägel II S 0,12		S 3600
12094 Stück Schmalspurnägel S 0,14 . . .		S 1693
14953 Stück Schraubennägel umgearbeitet auf Hakennägel S 0,18		S 2691
4904 Stück Muttern, werden nicht berücksichtigt		—
3108 Stück Klemmplättchen im Mittel S 0,90		S 2797
5428 Stück verschiedene Schrauben im Mittel S 0,65		S 3528
Zusammen		S 15650

Beim unmittelbaren Verkauf der in Frage kommen 107,5 t Kleineisen hätte die Verwaltung eine Einnahme S 3332,— erzielt, müfste aber für den Ankauf von ne Oberbaustoffen einen Betrag von 15650 S ausgeben und h somit einen Verlust von 15650 — 3332 = 12318 S.

*) Organ 1926, S. 371.

Die Auffrischung des ausgesuchten Kleineisens in Wörth t:

adekosten für 107,5 t zu S 5,— . . .	S	538.—
htkosten für einen mittleren Beförderungsweg ch Spratzern 107,5 × 11	S	1183,—
dekosten in Wörth 107,5 × 2,5 S. . . .	S	269,—
erungskosten in Wörth 1221 Std. × 1 S .	S	1221,—
Kosten für Auffrischung:		
0 Stück Hakennägel Ia S 0,06	S	447,—
0 Stück Hakennägel IIa S 0,06 . . .	S	1800,—
4 Schmalspurnägel S 0,09	S	1088,—
3 Stück Schwellenschrauben S 0,12 . .	S	1794,—
8 Stück Klemmplättchen S 0,05 . . .	S	155,—
8 Stück versch. Schrauben S 0,17 . . .	S	922,—
adekosten in Wörth für das dem Verkaufe zuführende Zerreneisen (107,5 — 30,0 = 77,5) ,5 t × 5 S	S	387,—
htkosten Spratzern-Eisenerz 77,5 × 11,3 S	S	876,—
	S	10680,—
von ab Erlös beim Verkauf des Zerreneisens ,5 × 50.—	S	3875,—
Gesamtkosten	S	6805,—

Durch das Auffrischen werden somit Oberbaustoffe im Werte 15650 S zum Preise von 6805 S beschafft oder ein Nutzen 8845 S oder für 1 t rund 82 S erzielt. Das Auffrischen Kleineisen ist also selbst in jenen Fällen wirtschaftlich, wo Ergebnis der Durchsuchung nur 28 % auffrischbares Klein- ergeben hat. Auf die Gesamtheit des bei den Österreichischen esbahnen in einem Jahre anfallenden Kleineisens um- hnet ergibt sich ein Nutzen von 1500 t × 82 = 123000 S.

Über die Arbeitsvorgänge bei der Auffrischung wird teilt:

Die Umarbeitung der nicht vollwertigen Hakennägel chmalspurnägel (Abb. 5) geschieht in einem eigenen Gesenke. alte Nagel wird zunächst mit dem Nagelhammer gerade htet, nach Erwärmung auf eine ebene Platte nächst der e aufgelegt, mit einer eigens konstruierten Zange gefafst samt der Zange in das Stauchgesenke der Presse geschoben. der Stauchstempel niedergeht, wird die Zange durch zwei ungsstempel festgehalten. Geht der Stauchstempel hoch, so die Zange mit dem Nagel aus dem Gesenke gezogen, in unmittelbar daneben angeordnete Stanze eingeschoben, beim ergehen des Prefsstempels zuerst von dem Führungsstempel st, hierdurch in die richtige Lage gebracht, so dafs die hende Stanze den Nagel treffen mufs und das überschüssige vom Nagel abgeschert wird. Der gestanzte Nagel fällt die Presse, wird unter dem Nagelhammer gespitzt und Prefsgrat befreit. Die Kosten eines Schmalspurnagels stellen auf 9 Groschen für 1 Stück.

Wegen des immer gröfser werdenden Anfalls von Schwellen- auben wurde auch ihre Umarbeitung auf Hakennägel ein- d erprobt. Diese Versuche verursachten grofse Schwierig- n und es schien fast unmöglich, einen wirtschaftlichen itsweg zu finden. Die Verteilung des Werkstoffes ist beim nnagel und bei der Schwellenschraube wesentlich verschieden, beim gewöhnlichen Arbeitsvorgang zu einer Überlappung Eisens im Schafte und dadurch zum Bruch des erzeugten ls. Wird aber dem Schwellenschraubenkopfe durch einen reitenden Arbeitsgang eine konische Form gegeben, so möglich einwandfreie Hakennägel aus Schwellenschrauben zeugen. Die einzelnen Arbeitsstufen sind aus Abb. 5 (5 bis 9) tlich. Die Arbeitskosten bei einer täglichen Leistung von Stück berechnen sich zu 9,3 g; bei Hinzuzählung des Alt- s der Schwellenschraube kostet der neue Hakennagel 12 g.

Die bei den Österreichischen Bundesbahnen verwendeten zstücke sind zum gröfsten Teil Blockherzstücke — es liegen 11133 einfache und 1023 doppelte Blockherzstücke — zum geringeren Teile Herzstückspitzen mit Flügelschienen. Nach einer Abnützung von höchstens 12 mm können Blockherzstücke nicht mehr in Hauptgleisen belassen werden; im Verhältnis zu den Abmessungen und zum Gewicht des Herzstückes sicherlich eine unwirtschaftliche Ausnützung selbst dann, wenn eine Liegedauer von 15 Jahren erreicht wird. Es wurde darum angestrebt,

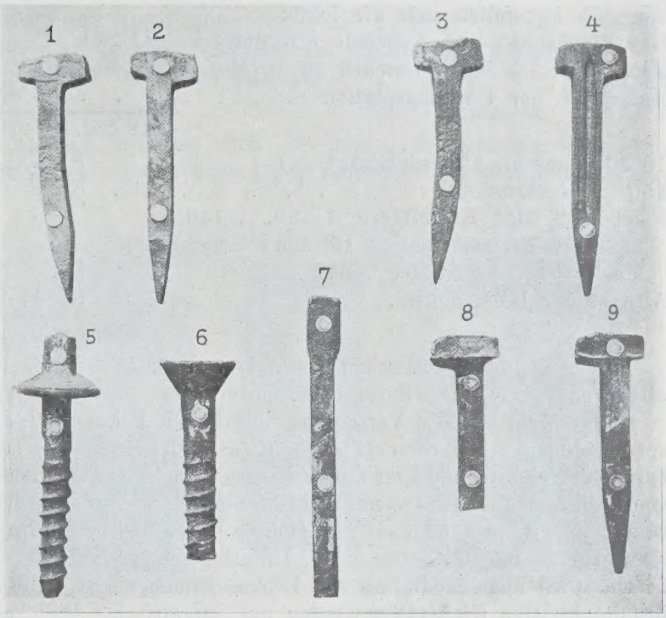


Abb. 5. Umpressen von Hakennägeln und Schwellenschrauben
1, 2 Umpressen von wenig abgenützten und verbogenen Hakennägeln.
3, 4 Umpressen von stark abgenützten Hakennägeln.
5 bis 9 Umpressen von alten Schwellenschrauben auf Hakennägel.

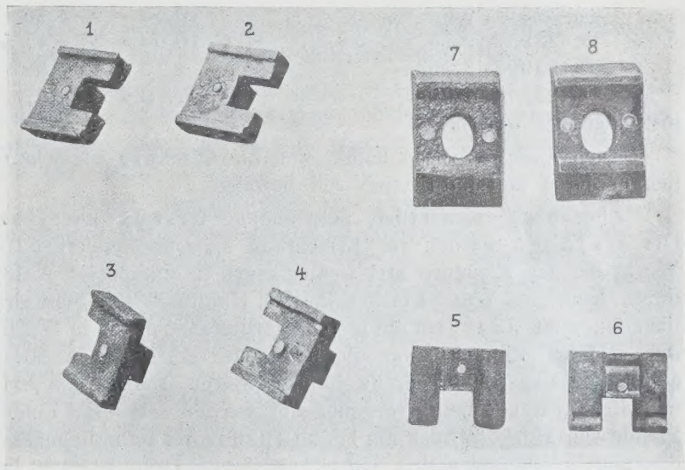


Abb. 6. Umpressen von abgenützten Spurbeilagen und Klemmplättchen.

die ausgebauten Blockherzstücke wieder so instandzusetzen, dafs sie wenigstens weitere 15 Jahre verwendet werden können.

Zunächst wurden eingehende Versuche mit der elektrischen Aufschweifsung von Herzstücken gemacht. Wenn auch einzelne Versuche günstiger ausfielen und solcherart aufgeschweifste Herzstücke schon mehrere in der Bahn liegen ohne Abbrüche des Schweifsgutes zu zeigen, entsprach das Aufschweifsen doch nicht in allen Fällen den Erwartungen. Wörth setzt derzeit Blockherzstücke in der Weise instand, dafs die Oberfläche der Fahrfläche und Rille um 12 mm gleichmäfsig abgehobelt wird und durch Unterlegen einer gleichstarken Platte und Beigabe

von gekröpften Laschen für den Einbau wieder geeignet gemacht werden. Das Mafs von 12 mm wird einheitlich festgehalten, damit nicht unnötig viel Übergangslaschen und Unterlagsplatten verwendet werden müssen. So instandgesetzte Herzstücke können auch in Hauptgleisen eingebaut werden; die bis jetzt gemachten Erfahrungen haben voll befriedigt.

Die Kosten der Instandsetzung eines solchen Herzstückes z. B. des einfachen Blockherzstückes 6°, Form Xa im Gewichte von 385 kg stellen sich wie folgt:

Das Einspannen und Abhobeln erfordert .	15 Std.	
Kröpfen von 4 Stück Laschen zu 40 Min. .	2 Std. 40 Min.	
Anfertigen der Unterlagsplatten	50 Min.	
	18 Std. 30 Min.	
$18^h30'$ (einschl. Akkordprämie)		S 23,79
150% Regiezuschlag		S 35,68
Flacheisen oder Kesselblech 1/390, 1/440, 1/480 = 1310 mm lang × 150 mm breit × 12 mm stark = 18,5 kg × 30 g		S 5,55
Altwert der Herzstückes		S 19,25
		S 84,27

Demgegenüber kostet ein neues Herzstück 264,— S, ein altbrauchbares 132,— S (halber Neuwert).

Besonders starkem Verschleifs unterliegen bekanntlich die verschiedenen Arten von Gleit- und Schienenstühlen bei den Weichen. Bis jetzt mufsten diese nach einer Abnützung von höchstens 4 mm ausgebaut und zum Schrott geworfen werden. In Wörth wird die fehlende Eisenmasse durch elektrische Aufschweifsung und Beigabe einer Unterlagsplatte ersetzt, die Fläche wird abgehobelt und die Lochung nachgebohrt. Die so instandgesetzten Gleitstühle werden auf aufgefrischte Weichenschwellen genietet und bei altbrauchbaren Weichen statt neuer Gleitstühle verwendet (Abb. 7 und 8).

Ohne in Einzelheiten einzugehen, sei mitgeteilt, dafs Gleit- und Schienenstühle Form Xa und zwar:

Waren Nr. 22910, 5,5 kg	schwer,	Neuwert	6,05 S	für	2,10 S,
» » 22911, 9,6 »	»	»	10,56 »	»	3,45 »
» » 22952, 9,15 »	»	»	10,06 »	»	3,47 »
» » 22951, 3,75 »	»	»	4,13 »	»	1,38 »
» » 22954, 7,00 »	»	»	7,70 »	»	2,07 »

instandgesetzt werden.

Auch diese Arbeiten haben sich als durchweg wirtschaftlich erwiesen und im Betrieb voll bewährt.

Abgenützte, namentlich gesprungene Eisenschwellen für Weichen wurden vor Errichtung der Oberbauwerkstätte Wörth bei den einzelnen Streckenleitungen in einfachster Weise durch Einnieten eines Fleckes in den Hohlraum der Schwelle instandgesetzt. Jetzt wird die Instandsetzung einheitlich in Wörth durchgeführt. Zunächst war die Frage des jährlichen Anfalles an instandsetzbaren Eisenschwellen zu klären, sodann die Art, wie diese Instandsetzung vorgenommen werden soll. Bei einem Stande von 296 664 Stück am 1. Juli 1926 in der Bahn liegenden eisernen Weichenschwellen wurden im Jahre 1926 318 186 kg oder rund 10 860 laufende Meter Weichenschwellen ausgewechselt, was auf die Zahl der liegenden Eisenweichen (5772 Stück) umgerechnet einen Anfall von (10 860 : 5772 =) 1,9 m für eine Weiche ergibt.

Diese verhältnismäfsig niedrige Ziffer erklärt sich aus dem Umstande, dafs in den letzten 15 Jahren fast ausschliefslich Weichen auf Eisenschwellen in die Hauptgleise eingebaut wurden und auch der ganze Anfall an altbrauchbaren Eisenweichen in den Nebengleisen wieder verwendet wurde. In den nächsten Jahren aber wird der jährliche Anfall für eine Weiche sicherlich auf 5 bis 6 m ansteigen.

Die zweite Untersuchung bezog sich auf die Frage, in welcher Weise Eisenschwellen instandzusetzen seien.

Die aus der Bahn kommenden Eisenschwellen zeigen e seits mehr oder minder lange, von den Ecken der Stanzlö ausgehende Anrisse (Abb. 9), andererseits volle Durchbr an den Schienenauflagestellen (Abb. 10). Eine einfache U

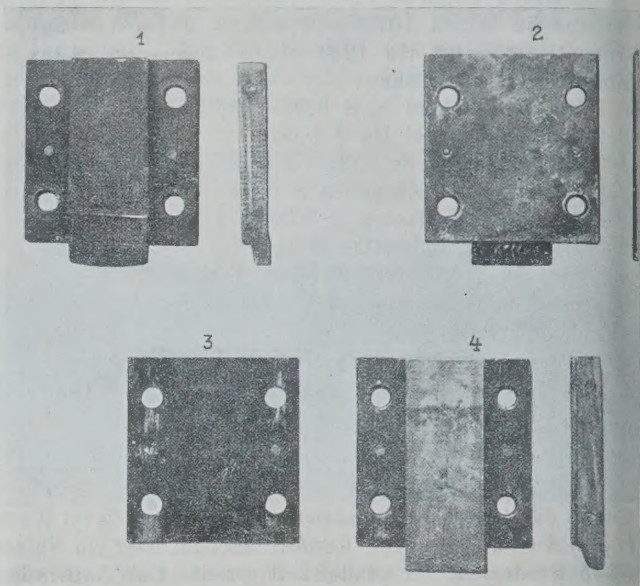


Abb. 7. Instandsetzung von abgenützten Gleitstühlen. 1 Abgenützter Gleitstuhl. Gleitfläche und Unterfläche der ausgescheuert. (Draufsicht und Querschnitt.) 2 Fehlendes Ma an der Unterfläche der Nase elektrisch aufgeschweifst. (Unter und Querschnitt.) 3 Gelochtes Unterlagsblech. 4 Instandgese Gleitstuhl. (Gleitfläche und Unterfläche der Nase in richtigen M gehobelt.) Unterlagsplatte (Bild 3) in der Stärke der oberen hoblung beigelegt. (Draufsicht und Querschnitt.)

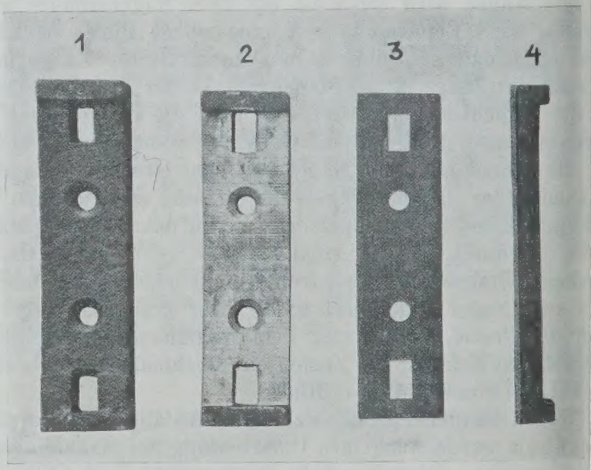
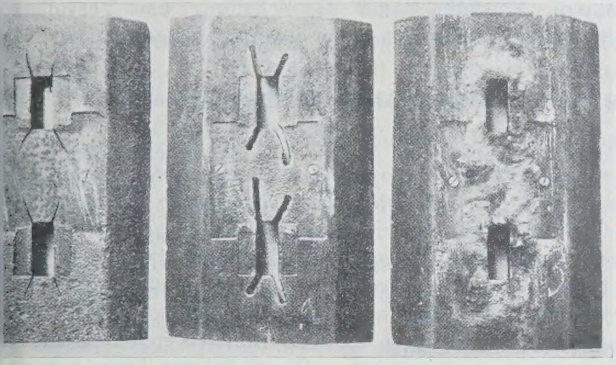


Abb. 8. Instandsetzen abgenützter Zwangschienenstühle. 1 Stuhl mit abgenützter Fläche. (Draufsicht.) 2 Abgenützte F abgehobelt. (Draufsicht.) 3 Gelochtes Unterlagsblech in der S der Abhoblung. (Draufsicht.) 4 Gehobelter Stuhl mit Unter blech. (Querschnitt.)

legung ergibt, dafs das Verschweifsen der Risse nur bi einer rechnungsmäfsig feststellbaren Länge wirtschaftlich kann und von dieser Grenze an andere Arbeitsmethoden Instandsetzung angewendet werden müssen. Die Untersuchu erstreckten sich hinsichtlich des Verschweifsens der Risse das autogene und das elektrische Verfahren, hinsichtlich stark beschädigten Schwellen auf das Einschweifsen und A schweifsen von Flecken. Die Flecke für diesen Arbeitsvor

eine Breite von 14 cm. Die Länge wurde für jede Schwelle r Zahlentafel besonders festgelegt. Während die autogen eifsten Risse im mechanisch-technischen Laboratorium sterreichischen Bundesbahnen jeder Probe stand hielten, Schwellen mit elektrisch geschweifsten Rissen ein weniger igendes Ergebnis gezeigt. Auch das Einschweifsen von n hat sich im Betriebe nicht bewährt, dagegen bildet ektrische Aufschweifsen von Flecken eine geeignete In-tzungsart, die in jeder Hinsicht entspricht.

as Aufschweifsen kann entweder mit Flecken erfolgen, die ht mehr instandsetzbaren Altschwellen gewonnen, oder aus Flacheisen geschnitten werden. Wird die Untersuchung e einfache Weiche der Form Xa durchgeführt und ange-n, dafs sämtliche Schwellen mit aufgeschweifsten Flecken lgesetzt werden müssen, so sind für die 39 Schwellen



9. Schwelleninstandsetzung durch autogene Schweifsung.
Links: alte Schwelle mit kurzen Rissen.
e: Die Schweifsnut längs der Risse autogen ausgebrannt.
Rechts: Risse verschweifst.

Weichenform 109 Stück Flecke mit einer Gesamtfleck-von 46,02 m und einem Gesamtfleckumfang von 122,56 m rlich. Die Kosten dieses Arbeitsvorgangs rechnen sich lgt:

as Ausstanzen der Flecke aus den alten len, das Lochen der Flecke und Auflegen auf tandzusetzenden Schwellen mittels Dornen und benzwingen kostet für einen Fleck 38,2 g ür 109 Stück	S	41,64
as elektrische Aufschweifsen der Flecke kostet n Schweifsnaht 2,69 S, somit für 122,56 m	»	329,69
ie Kosten des Geraderichtens der Schwellen rmen oder das Nachrichten im kalten Zu-betragen für ein Stück S 2,47 oder für nwellen	»	96,33
er Kaufpreis der Flecke ergibt sich bei 46,02 m 140 mm Breite und 10 mm Stärke, somit kg zu 5 g	»	25,29
Zusammen:	S	492,95

s ergibt sich somit bei 122,56 m Fleckumfang ein Betrag 92,95:122,56 = 4,01 S für 1 m Fleckumfang. Für Wirtschaftlichkeitsvergleich wurde sicherheitshalber mit Betrage von 4,10 S/m gerechnet.

ollte der Fall eintreten, dafs nicht genügend Altschwellen winnung der Flecke anfallen und neues Flacheisen von if 10 mm genommen werden mufs, so stellen sich die instandsetzungskosten auf 598,40 S oder für 1 m Fleck-g auf 5,00 S.

n einem Wirtschaftlichkeitsvergleich wurden nun die In-tzungskosten jeder einzelnen Schwelle für den Fall be-t, dafs Flecken aus nicht mehr instandsetzbaren Schwellen verwendet werden können. Es ergab sich, dafs die Instandsetzung alter Schwellen bei diesem Arbeitsvorgang wirtschaftlich ist.

Es wurde auch untersucht, bis zu welcher Länge Risse autogen verschweifst werden können, ohne dafs die Kosten jene der elektrischen Fleckaufschweifsung übersteigen.

Die Kosten für 1 m autogener Schweifsnaht betragen:

Autogenes Ausbrennen der Risse für 1 m	S	2,31
Autogenes Verschweifsen der Risse für 1 m . . .	»	16,28
Nachstanzen der Löcher	»	0,66
Geraderichten der Schwellen im warmen und Nachrichten im kalten Zustande	»	2,50
Zusammen:	S	21,75

Daher verhalten sich die Kosten der autogenen Rifsverschweifsung zu den Kosten der elektrischen Aufschweifsung wie

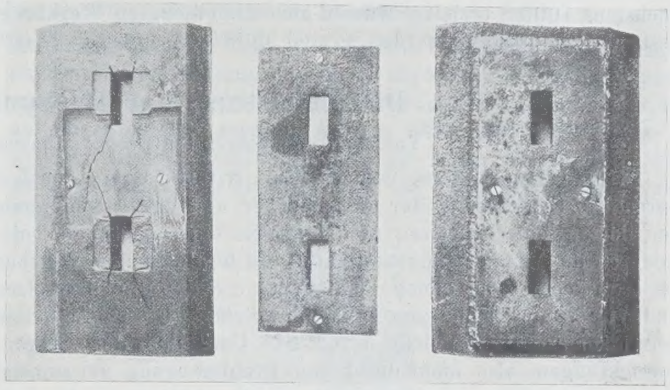


Abb. 10. Schwelleninstandsetzung durch elektrisches Aufschweifsen von Flecken.
Links: Schwelle mit langen Rissen.
Mitte: Fleck auf einer Altschwelle ausgeschnitten und gelocht.
Rechts: Fleck durch elektrische Nahtschweifsung aufgebracht.

4,10/21,75 = rund 0,20, d. h. die Kosten für 1 m Fleckumfang entsprächen 0,20 m autogener Rifsverschweifsung.

In Wörth wird an der Hand einer Zahlenhilfstafel für jede Schwelle nach der Gesamtlänge der Risse entschieden, ob die Schwelle der autogenen oder der elektrischen Fleckaufschweifsung zugeführt wird.

In Wörth werden ferner alle ausgebauten Weichen, sofern ihre Wiederverwendung in Nebengleisen in Aussicht genommen ist, in allen ihren Teilen einer eingehenden Untersuchung und Instandsetzung unterzogen. Die Dienststellen erhalten somit im Bedarfsfalle nur einwandfreie und in ihren Bestandteilen vollständige Weichen. Durch die Zusammenziehung aller Weichen in einem Lager ist schliefslich die Möglichkeit gegeben, die noch brauchbaren Teile aus sonst für die Instandsetzung nicht mehr geeigneten Weichen zu gewinnen.

Schliefslich wäre noch die Frage zu untersuchen, inwieweit die Auswertung von Altschienen für die Instandsetzung oder Erzeugung von Oberbauwerkzeugen wirtschaftlich ist. Es kommt in erster Linie die Herstellung oder Instandsetzung von Krampen, Schraubenschlüsseln, Gaisfüfsen und dergl., also durchwegs Schmiedearbeit in Frage.

Aus 10 t Altschienen der Stuhlschienenform Ia der Österreichischen Bundesbahnen wurden auf Grund tatsächlicher Abwage gewonnen:

4850 kg aus dem Kopfe,
2700 » » » Fufse,
2430 » » » Steg.

Diese 10 t = 217 m wurden auf Stücke von 40 cm abgelängt und weiter verarbeitet.

Aus den Kopfteilen von 4850 kg wurden erzeugt:

1900 Stück	Krampenstöckel, 17 cm lang, zu 1,8 kg	3420 kg
200 »	Ersatzteile für Gaisfüfse u. dergl. zu 4 kg	800 »
150 »	Stopfer für Maschinen zu 2 kg	300 »

aus den Fufsstücken von 2700 kg:

1400 Stück	Krampenstöckel, 12 cm lang, zu 1,6 kg	2240 kg
180 »	Ersatzteile für Schlüssel zu 1,6 kg	288 »

aus den Stegteilen von 2430 kg:

1700 Stück	Krampenspitzen zu 1,2 kg	2040 kg
125 »	Bremsschuhspitzen zu 1,7 kg	213 »
	Zusammen:	9301 kg

480 kg waren Stahlabfälle und Späne, der Rest Zunder.

Die Gesamtverarbeitungskosten für diese Gegenstände betragen 2824 S. Werden die Schienen von den Dienststellen unmittelbar verkauft, so wird für 10 t Schienen ein Erlös von höchstens 1000 S erzielt. Müssen aber die erzeugten Werkzeugbestandteile angekauft werden, so sind 9300 kg × 80 g = 7440 S abzüglich des Erlöses beim Verkauf von 10 t Altschiene mit 6440 S aufzuwenden. Es ergibt sich somit bei der beitung in Wörth eine Ersparnis von 6440 — 2824 = für 10 t Altschienen.

Eine zentrale Bewirtschaftung der Eisen baustoffe und die dadurch bedingte Verminderung an beständen bei den Dienststellen konnte erst nach Schaffu Lagers Wörth und der damit zusammenhängenden Wer angebahnt werden. Derartige Zentralisierungen brauche sind sie doch an die Zahl der Arbeitskräfte sowohl beim sender als auch beim Empfänger gebunden, namentlich wenn die Forderung erfüllt werden mufs, dafs alle diese sendungen mit der ständigen Arbeiterschaft durchgeführt müssen. Auch müssen die ankommenden Stoffe an ih Vorhinein bestimmten Lagerplätze ordnungsgemäfs g werden, soll nicht das ganze Lager ein wirres Durchei bilden. Es kann daher die Schaffung und Vervollstän eines Zentrallagers nur schrittweise erfolgen.

Die Erhaltung der Drehpunkte der Zungenvorrichtungen.

Von Zentralinspektor Ing. **Beyer,** Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Unter dem Einflusse des Betriebes tritt im Laufe der Zeit durch die Erweiterung der Bolzenlöcher und durch Abnützung der Bolzen ein Schlottern der Zungenverbindungsstangen ein, wodurch der genaue Zungenanschlufs bei fernbedienten Weichen verloren geht. Eine gleiche Abnützung erleiden die Drehbolzen und Wurzelzapfenlöcher der Drehstuhlweichen. Dieses Ausweiten der Löcher entsteht nicht durch das Umstellen der Zungenvorrichtungen, also nicht durch eine Drehbewegung um zumeist geölte Drehpunkte, sondern durch die Erschütterung, die jede Zugachse beim Befahren der Weichen hervorruft. Hierbei werden die nicht satt aneinander sitzenden Teile gegeneinander gehämmert; da die Bewegung der Einzelteile im wesentlichen immer nur in einer Richtung erfolgt, so werden die Löcher oval ausgeschlagen und die Bolzen oval abgenützt. Bei den Verbindungsstangen entsteht dann ein toter Gang, der bei fernbedienten Weichen 5 mm nicht überschreiten darf, während

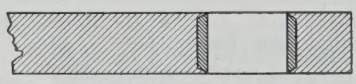


Abb. 1.
Ausfüttern von ausgeschlagenen Bolzenlöchern mit Stahlbüchsen.

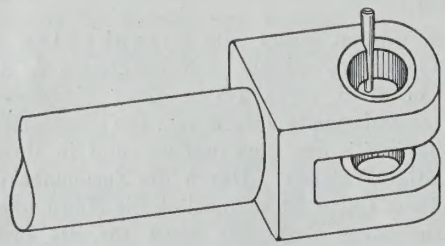
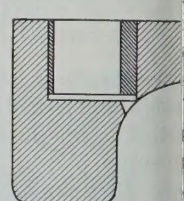


Abb. 2. Ausfüttern von ausgeschlagenen Bolzenlöchern in Verbindungsstangen mit exzentrischen Ringen.

die Ausschlagungen an den Wurzeln der Zungenschienen die Befestigung daselbst und damit die ganze Stofskonstruktion (fester Stofs) wesentlich schwächen. Die Behebung dieser Mängel, eine der vielen Sorgen des pflichtbewufsten Bahnerhalters, erfolgt hinsichtlich der Gelenkteile der Verbindungsstangen in behelfsmäfsiger Form durch Eisenkeile, die zwischen die Bolzen und Gabelköpfe der Verbindungsstangen eingezogen werden. Diese Keile behindern aber die Beweglichkeit der ganzen Umstellvorrichtung. Beim Herausfallen der Keile besteht überdies die Gefahr, dafs die Weichenzunge klafft und Gabelfahrten möglich werden.

Eine fachrichtigere Beseitigung dieser Mängel besteht in dem Ausreiben der ausgeweiteten Löcher und Verwendung gröfserer Bolzen. Die Wiederholung dieses Vorgangs ha seine Grenzen, abgesehen davon, dafs man verschiedenes zeug und Bolzen verschiedener Stärke bereithalten mufs. Art der Mängelbehebung hat aber auch den Nachteil, d Freizügigkeit der Auswechslung einzelner Teile nicht vorhanden ist. Verbindungsstangen mit normalen Löche langen auch ein normales Loch in den Lappen an den Z schienen und umgekehrt. Die richtigste Lösung kann immer nur die jedesmalige Wiederherstellung der no Lochgröfse in den Lappen und Stangen sein.

Zur Erreichung dieses Zieles wurde vorerst versucht, die Löcher mit 3 mm starken Stahlbüchsen nach Abb. 1 auszufüttern. Dieses Verfahren läfst sich fachgemäfs nur in Werkstätten ausführen, weil die Büchsen, wenn sie satt sitzen sollen, unter Druck eingebracht werden müssen. Da sich aber auch Stahlbüchsen im Laufe der Zeit ausschlagen, so ist deren Auswechslungsmöglichkeit und zwar an Ort und Stelle im Gleis erwünscht.



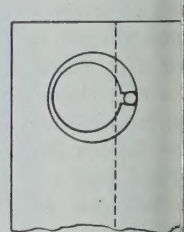


Abb. 3. Ausfütter Drehbolzenloches Zunge mit exzentr Ringen.

Diesen Bedingungen wird bei den Österreichischen Bundesbahnen nunmehr durch Verwendung exzentrischer Ringe nach Abb. 2 (Patent Ing. Walter) entsprochen. Diese Ringe federn und werden durch Eintreiben eines konischen Stiftes in den offenen Spalt des Ringes an die Wandungen des Loches gepreſst. Der äufsere und innere Durchmesser solcher Ringe mufs auf $^1/_{100}$ mm genau abgedreht sein, auch müssen natürlich die in das Gestänge zu bohrenden Löcher mit grofser Genau hergestellt werden. Hierfür wurde eine eigene Bohrvorri ersonnen, die geeignet ist, die Einbringung und Auswechslu Ringe auch an Ort und Stelle ohne Ausheben der Z schiene durch zwei Mann ausführen zu können. Mufs ein aus irgend einem Grunde entfernt werden, so wird de mit einem Dorn herausgeschlagen, worauf sich der Ring entfernen und durch einen andern ersetzen läfst. Die bringung eines Lappen- oder Stangenringes kostet 3 bis

Was nun die Wurzelzapfenlöcher und die Drehbolze Zungenschienen anlangt, so erfolgte die Behebung gewöhnlich an Ort und Stelle durch das Ausfüttern de

hlagenen Löcher mit Blechstreifen oder durch Aufsetzen Blechkappen auf die Drehbolzen. Da die ausgeweiteten ıer aber oval sind, so ist diese Instandsetzung immer nur unvollkommen. Mufs der Mangel aber nach vorgeschrittener ütztung endgültig beseitigt werden, so müssen die Zungen- ınen und die Wurzelschwellen ausgetauscht werden, was ı wieder den Nachteil hat, dafs die neuen Zungenschienen as übrige Gestänge nicht vollkommen hineinpassen.

Das Ausbüchsen der Wurzelzapfenlöcher mit Stahlringen naheliegend und wird seit Einführung brauchbarer Werk- e auch durchgeführt. Diese Werkzeuge bestehen in einer enzugvorrichtung zur Herausnahme der im Wurzelstuhl festsitzenden abgenützten Drehzapfen und in einer besonderen Bohrvorrichtung zur Erweiterung des ovalen Loches in der Zunge in ein grofses rundes Loch mit verschobener Lochachse. Durch Ausfütterung dieses erweiterten Loches mit dem geschlitzten exzentrischen Ring wird das Regelloch an der richtigen Stelle wieder hergestellt.

Der Sitz des Ringes in der Zungenschiene ist aus Abb. 3 zu ersehen.

Durch dieses Verfahren wird es den Österreichischen Bundesbahnen ermöglicht, ihre rund 13000 Drehstuhlweichen mit einem Aufwande von je 12 S für eine Zungenwurzel in stets einwandfreiem Zustande zu erhalten.

Die Oberbauerneuerung im Arlbergtunnel im Jahre 1925.

Von Baurat Ing. **A. Stiasny**, Gruppenvorstand der Bundesbahndirektion Innsbruck.

Die Oberbauerneuerung im Arlbergtunnel im Jahre 1925, die Umstände, die dazu geführt haben, bieten verschiedene, den Oberbaufachmann interessante Einzelheiten, die im stehenden festgehalten werden sollen.

Im Jahre 1925 wurde zum vierten Male seit der Betriebs- ıung im Jahre 1884 der Oberbau in beiden Gleisen des 50 km langen Arlbergtunnels erneuert. In diesen 41 Jahren en dort folgende Oberbauformen:

1884/85 bis 1893/94 (9 Jahre): Heindl-Oberbau mit 7,5 m n Breitfufsschienen, Form X, 35,4 kg Metergewicht, 125 mm , auf 2,4 m langen, 26 cm breiten, eisernen Querschwellen; te Schwellenentfernung 90 cm, schwebender Stofs mit ellaschen. Die Schiene ruhte auf Unterlagskeilen und war ls Fufsschrauben, Klemmplättchen und Spurbeilagen in schlitzartigen Ausnehmungen der eisernen Schwellen be- gt.

1893/94 bis 1903/04 (10 Jahre): 15 m lange Breitfufs- nen Form I, 43,0 kg Metergewicht, 136 mm hoch auf ı langen, 30 cm breiten, getränkten Eichenschwellen, gröfste ellenentfernung 81 cm, schwebender Stofs mit Winkel- ıen. Die Schiene lag auf starken, keilförmigen Unterlags- en und war mit drei sehr kräftigen, vierkantigen Haken- ln auf der Schwelle befestigt und zwar so, dafs von elle zu Schwelle abwechselnd, einmal zwei Nägel innen, Nagel aufsen, dann ein Nagel innen, zwei Nägel aufsen ordnet waren, was die Verwendung von zwei verschieden chten Unterlagsplatten bedingte.

1903/04 bis 1912/13 (9 Jahre): 12,5 m lange Stuhlschienen, ı Ia, 42,1 kg Metergewicht, auf getränkten, 2,5 m langen, m breiten Lärchenschwellen, gröfste Schwellenentfernung m, schwebender Stofs. Die Schienenbefestigung in den len erfolgte mit getränkten Holzkeilen. Zwischen Schienen- und Schwelle befand sich eine Holzstoffunterlagsplatte, chen dem Schafte der Schwellenschraube und dem Loche tuhle ein hölzerner Futterring.

1912/13 bis 1925 (12 bis 13 Jahre): 12,5 m lange Stuhl- nen, Form Ib, 47,1 kg Metergewicht auf 2,5 m langen, n breiten, getränkten Lärchenschwellen, gröfste Schwellen- rnung 81 cm; wie Form Ia, mit dem Unterschiede, dafs Schienenkopf um 10 mm höher ist (Abb. 1 und 2).

Im Jahre 1884 wurde der Oberbau im linken, im Jahre im rechten Tunnelgleis verlegt; der Betrieb wurde daher rsten Jahre eingleisig abgewickelt. Demzufolge fanden die eren Oberbauerneuerungen im linken und rechten Gleis in aufeinanderfolgenden Jahren statt, ausgenommen 1925, elchem Jahre beide Gleise ausgewechselt wurden.

Der in den Jahren 1884 und 1885 verlegte Oberbau auf nen Schwellen litt aufserordentlich durch Verrostung und ische Zersetzung der Eisenteile, insbesondere des Klein- s und der Schwellen infolge der Einwirkung der Nässe der Rauchgase. Die sechseckigen Muttern der Fufsschrauben verloren bald ihre Kanten und konnten nicht mehr entsprechend nachgezogen werden; die Schraubengewinde wurden rasch vom Roste zerfressen; die Unterlagskeile wurden besonders an der Innenseite zerstört, wo sie, dünn und scharfkantig geworden, vielfach nicht weit über die Mitte des Schienenfufses reichten; hierdurch ergaben sich, als Folge der Vergrölserung

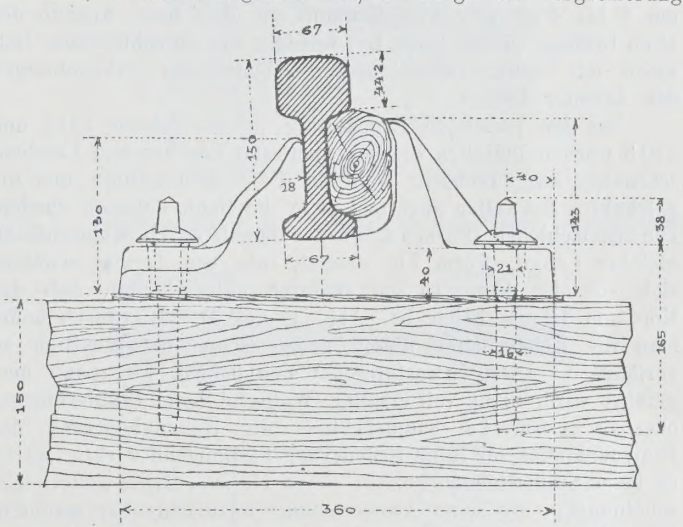


Abb. 1. Stuhlschienenoberbau Form Ib. Querschnitt.

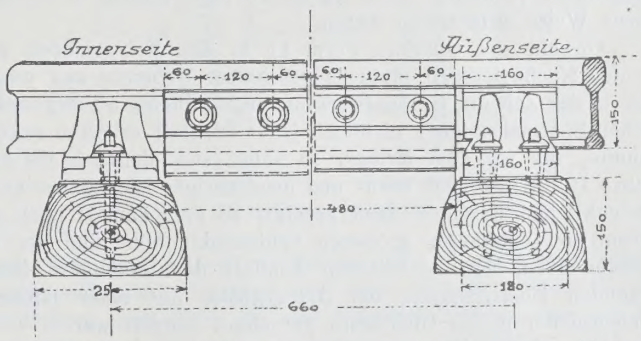


Abb. 2. Stuhlschienenoberbau Form Ib. Ansicht der Stofsverbindung.

der Schienenneigung nach innen, unzulässige Spurverengungen. Die eisernen Schwellen waren, insbesondere an den Schienenauflagestellen, bald zerstört und brachen in vielen Fällen dort sogar entzwei. Die völlige Lockerung der Schienenbefestigung gefährdete die Betriebssicherheit. Unter solchen Umständen war diesem Oberbau trotz des damals noch schwächeren Zugverkehrs und der geringen Fahrgeschwindigkeit (Schnellzüge 28 km/Std.) nur eine kurze Lebensdauer beschieden. Man erkannte, dafs ein Oberbau auf eisernen Schwellen für einen langen, sehr rauchigen Tunnel ungeeignet sei und dafs

nur ein Oberbau auf Holzquerschwellen mit möglichst einfacher, aber kräftiger Befestigung für diesen Zweck tauge. Diesen Bedingungen entsprach der darauf folgende Oberbau Form I ziemlich gut, doch war es hier ein schlechter Schienenstahl, der eine vorzeitige Auswechslung dieses kräftigen Oberbaues notwendig machte. Nachdem sich dieser Oberbau einige Jahre hindurch sehr gut befahren hatte, traten am Schienenkopfe dunkle Längsstreifen auf, die bald in Risse übergingen und sich oft bis auf die halbe Schienenlänge erstreckten. Hunderte von Schienen mufsten nur aus diesem Grunde ausgewechselt werden.

Inzwischen war der Stuhlschienenoberbau bei den damaligen k. k. Staatsbahnen probeweise eingeführt worden, der dann auch im Arlbergtunel den Breitfufsschienenoberbau ablöste. Bei diesem Anlasse, also in den Jahren 1903 und 1904, wurden auch die Schwellen und die Bettung, und zwar seither zum letzten Male, ausgewechselt; sie waren im Jahre 1925 zum überwiegenden Teile noch so gut erhalten, dafs auch bei der in diesem Jahre vorgenommenen Oberbauerneuerung eine durchgehende Schwellen- und Schotterbettauswechslung nicht erforderlich war. Gelegentlich der Auswechslung der Bettung in den Jahren 1903 und 1904 wurden die Gleise wegen des sehr knappen Tunnelquerschnittes um 3 bis 4 cm gesenkt. Erwähnt sei, dafs beim Aushub der alten Bettung giftige Gase frei wurden, die zu zahlreichen teilweise mit Bewufstseinsstörungen verbundenen Erkrankungen der Arbeiter führten.

Bei der vorletzten Erneuerung in den Jahren 1912 und 1913 wurden lediglich die Schienen samt Laschen und Laschenschrauben ausgewechselt, während die Schienenstühle und die getränkten Schwellen unverändert in der Bahn belassen wurden. Die Stuhlschienen, Form I a, wurden damals durch Stuhlschienen gleicher Länge, Form I b, ersetzt, die wie bereits erwähnt, sich von der Form I a nur dadurch unterscheidet, dafs der Kopf um 10 mm höher ist (Abb. 1 und 2). Hierdurch hoffte man die Lebensdauer dieser neuen Schienen wesentlich zu verlängern. Diese Erwartung hat sich jedoch, wie später ausgeführt wird, nicht voll erfüllt. Während beim Stuhlschienenoberbau Form I a hauptsächlich die Höhenabnützung des Schienenkopfes für seine Erneuerung bestimmend wirkte, waren es beim Stuhlschienenoberbau Form I b wesentlich andere Erscheinungen, die seine Auswechslung unaufschiebbar machten, Erscheinungen, die bei Form I a, vermutlich wegen der kürzeren Liegedauer (9 Jahre gegen 12 bis 13 Jahre) nicht in so fühlbarer Weise aufgetreten waren.

Obwohl der Oberbau Form I b in den Kriegsjahren und in der Nachkriegszeit mangels geschulter Arbeiter und wegen der in der Zeit der Geldentwertung angeordneten aufsergewöhnlichen Sparmafsnahmen nicht mit jener Sorgfalt erhalten werden konnte, wie vor dem Kriege, so haben sich dennoch bis zum Jahre 1922, also nach zehn- und neunjähriger Liegedauer keine bedenklichen Erscheinungen gezeigt, so dafs damals noch auf Grund der erwähnten gröfseren Schienenkopfhöhe und der bevorstehenden, den schädlichen Einflufs der Rauchgase beseitigenden Elektrisierung der Arlbergbahn mit einer längeren Lebensdauer dieses Oberbaues gerechnet worden war.

Im Jahre 1923 traten jedoch — wohl auch als Folge der zurückgestellten Erhaltungsarbeit — die Merkmale eines stark abgenützten Oberbaues wie schlechtes Befahren der Stöfse, ausgeschlagene Laschenkammern, mangelhaftes Festsitzen der Holzkeile in den Stühlen, Brechen der gufseisernen Schienenstühle deutlich auf.

Infolge des erhöhten Verkehrs in den Jahren 1923 und 1924, der fast das Dreifache des Verkehrs vor dem Kriege erreichte, und infolge der Bauarbeiten für die Elektrisierung, die eine geregelte Erhaltungstätigkeit am Tunneloberbau sehr erschwerten und die durch Herstellung von Kabelgräben unmittelbar neben dem Gleis diesen Oberbau überhaupt arg in Mitleidenschaft zogen, hatten sich die genannten Mängel im Jahre 1924 de vermehrt und vergröfsert, dafs ihnen trotz erhöhter Ar mit den gewöhnlichen Mitteln der Oberbauerhaltung, wie Un krampen der Stöfse, Einziehen von Futterblechen in die geschlagenen Laschenkammern, Auswechseln von Laschen, B keilen und Stühlen auf die Dauer nicht mehr beizukom war. Obwohl die Abnützung des Schienenkopfes die zuläs Grenze noch lange nicht erreicht hatte — es fehlten durchsch lich noch 6 mm — mufste man zu der Einsicht kommen, dieser Oberbau an der Grenze seiner Lebensfähigkeit angel und dafs die Aufwendung weiterer gesteigerter Erhaltungsar im höchsten Grade unwirtschaftlich sei. Während im Jahre 1 für die Erhaltung der beiden Tunnelgleise rund 52000 Arb stunden aufgewendet und 354 Schienenstühle und 168 Las ausgewechselt worden waren, betrugen diese Zahlen im Jahre 1 bereits 171000 Arbeitsstunden, 4414 Schienenstühle 2510 Laschen. Trotz dieses ungeheuren Aufwandes an I und Baustoffen konnte damit nichts anderes erzielt werden ein notdürftiges Erhalten der Betriebssicherheit der Gl

Als im August 1924 durch etwa drei Wochen infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse und nachteiliger Zuglagen eine besonders starke Rauchplage auftrat, welche die Erhaltungsarbeit im Tunnel sehr erschwerte und stellenweise unmöglich machte, zeigten sich in dieser kurzen Zeitspanne solche Mängel an den Stöfsen, dafs während einer Woche auf eine Länge von 4 km in beiden Gleisen die Fahrgeschwindigkeit auf 20 km/Std. ermäfsigt werden mufste, bis die Erhaltungstätigkeit das Versäumte wieder nachgeholt hatte. Es wurden in dieser kritischen Zeit tätsächlich und zwar nicht nur vereinzelt, Stöfse vorgefunden, bei denen alle vier Stühle der Stofsschwellen gebrochen, die Holzkeile herausgefallen und Laschenschrauben gelockert waren. Die Fahrflächen wi bei den Stofslücken Stufen bis zu 10 mm auf. Diese Tatsa zeigten deutlich, wie sehr dieser Oberbau an den Stöfsen geschlagen war und mit welch unheimlicher Schnelligkeit Zerstörung durch das wuchtige Schlagen beim Darüberr der Fahrbetriebsmittel fortschritt. Die Beobachtung der formung einer solchen Schienenstofsverbindung unter der wirkung der bewegten Last zeigte besonders augenfällig hohen Grad der bereits eingetretenen Zerstörung. Als auch noch Schienenbrüche, und zwar nicht blofs durch Laschenschraubenlöcher, sondern auch durch den vollen Q schnitt auftraten, mufste alles daran gesetzt werden, di Oberbau so rasch als möglich aus der Bahn zu bringen.

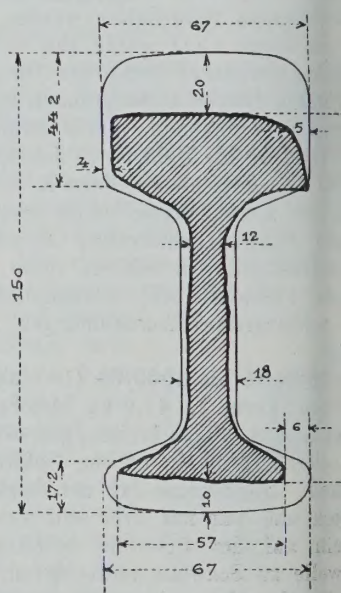


Abb. 3. Querschnitt einer stark genutzten Schiene Form I b.

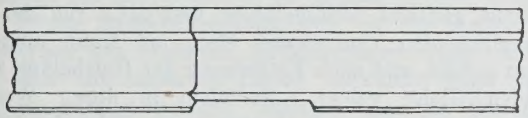
Besonders auffallend war die starke Abnützung des Fu der Stuhlschiene an den Auflagestellen in den Stühlen. I Abnützung betrug der Höhe nach bis zu 10 mm. Da der Stuhl an dieser Stelle bis zu 5 mm abgenützt war, so stand beim Einziehen neuer, zwischen Schiene und Stuhl anliegender Holzkeile an der Auflagestelle der Schiene leerer Zwischenraum von 15 mm Höhe. Durch die dart rollende Last wurde die Schiene schlagartig niedergedrt was die Ursache der zahlreichen Stuhlbrüche an der Aufl

der Schiene war. Durch das Auf- und Niedergehen der ne infolge der geschilderten Umstände wurden auch neu zogene Keile, hauptsächlich die Doppelkeile, in kürzester wieder locker und fielen aus den Stühlen heraus. Die e Zahl solcher lockerer Keile und die hieraus entstehende trächtigung der Betriebssicherheit bildete damals eine tsorge der Bahnerhaltung.

In Abb. 3 ist der abgenützte Schienenquerschnitt an den gestellen im Stuhle dargestellt. Durch diese Abnützung nd eine Verminderung der Querschnittsfläche um 43,5%, rägheitsmomentes um 61,8% und des Widerstandmomentes 3,7%.

Form I b	voller Querschnitt	verminderter Querschnitt	Verminderung in %
erschnittsfläche	60,0 cm²	33,9 cm²	43,5
ägheitsmoment	1455 cm⁴	555 cm⁴	61,8
derstandsmoment	175 cm³	81 cm³	53,7

Diese Querschnittsverminderung war um so bedenklicher, in unvermittelter Übergang am Fufse von dieser Quertsfläche auf die gröfsere Querschnittsfläche zwischen den gestellen entstanden war. Die Schienenbrüche durch den Querschnitt sind daher zumeist an dieser Übergangsstelle anden (Abb. 4).



4. Schienenbruch an einer Stelle mit plötzlicher Querschnittsänderung.

Besonders eingehend wurde die Frage der zu wählenden n Oberbau-**Form** erwogen. Bis vor wenigen Jahren kein Zweifel darüber bestanden, dafs hierbei wiederum Stuhlschienenoberbau, Form I b in Betracht kommen kann, ja auch regelplanmäfsig als »der Oberbau für lange Tunnel«

Wenn auch die Österreichischen Bundesbahnen von der endung des Stuhlschienenoberbaues bei Schienenneulagen ler freien Strecke abgekommen waren und in solchen Fällen mehreren Jahren nur mehr den Breitfufsschienenoberbau A mit Spannplattenbefestigung verwendeten, so wollte man och bei langen Tunneln dem Stuhlschienenoberbau wegen r unleugbaren Vorzüge für diesen Zweck, die vornehmin der einfachen Befestigungsart und in der geringen Menge leineisen bestehen, treu bleiben. Die Erfahrungen aber, die n letzten Jahren mit dem Stuhlschienenoberbau im Arlbergel gemacht worden waren, liefsen Zweifel darüber entstehen, atsächlich diese Oberbauform, die, nebenbei bemerkt, auch re Anschaffungskosten verursacht, die zweckmäfsigste und schaftlichste Lösung darstelle. Insbesondere waren es die e, gegenseitige Entfernung der Stofsschwellen von 66 cm die kurze Lasche von nur 48 cm Länge (Abb. 2), die fellos ein vorzeitiges Ausschlagen der Stofsverbindungen, re Erhaltungskosten und gröfsere Erschütterungen der Fahrebsmittel mit sich brachten und, wie aus dem oben Gederten hervorgeht, diesen Oberbau auswechslungsreif gemacht n, bevor noch die Grenze der zulässigen Höhenabnützung Schienenkopfes erreicht worden war. Immerhin darf nicht wähnt bleiben, dafs dieser Oberbau durch 13 Jahre, also ere Zeit als seine Vorgänger und — wenn man von den en zwei Jahren absieht — auch zufriedenstellend Dienst acht hatte und zwar unter den schwierigen Verhältnissen end der Kriegs- und Nachkriegszeit und während der Bauarbeiten für die Elektrisierung, welche Umstände für den Oberbau sicher nicht vorteilhaft gewesen waren.

Mit Rücksicht auf die damals unmittelbar bevorstehende Aufnahme des elektrischen Betriebs im Arlbergtunnel und den dadurch bewirkten Wegfall des schädlichen Einflusses der Rauchgase auf die Oberbaueisenteile konnte wieder mit Recht an die Verwendung von Breitfufsschienen mit einfacher Befestigung gedacht werden.

So hatte sich die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen nach eingehender Überlegung entschlossen, Breitfufsschienen zu verlegen und zwar Form A (44,35 kg Metergewicht, 140 mm hoch mit 25,006 m Länge, jedoch abweichend von der Regelausführung mit verstärkten Keilplatten (240×160mm)

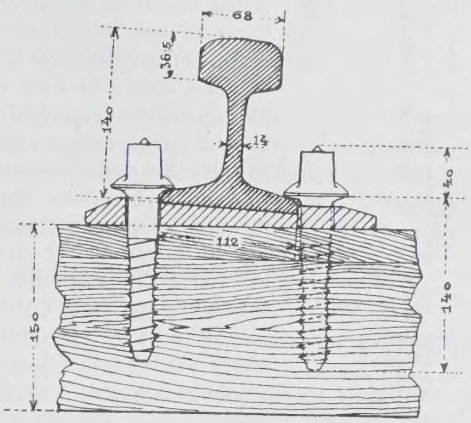


Abb. 5. Oberbauform A mit verstärkten Keilplatten. Querschnitt.

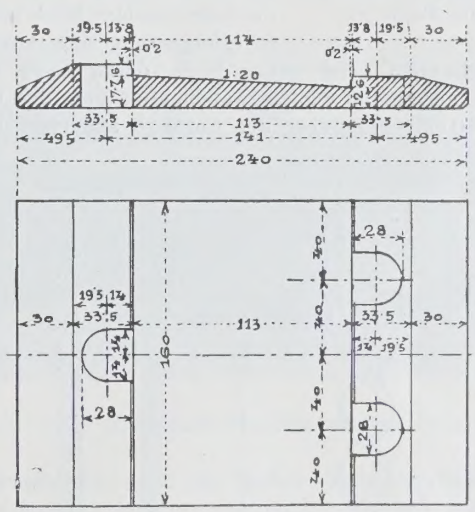


Abb. 6. Verstärkte Keilplatte Form A.

und kräftigeren Schwellenschrauben mit 26 mm oberer Schaftstärke und 4 mm Gangtiefe mit rechteckigem Aufsatz für das Eindrehen, drei Stück für eine Keilplatte, davon zwei auf der Innenseite und eine auf der Aufsenseite der Schiene (Abb. 5, 6 und 7).

Um das dem Verrosten ausgesetzte Kleineisenzeug möglichst einzuschränken, wurden Spannplatten nur an den Stofsschwellen und zur Verhinderung der Schienenwanderung auch an vier Mittelschwellen angebracht. Wenn auch bisher eine nennenswerte Wanderung im Arlbergtunnel nicht beobachtet worden war, so erschien doch wegen der vergröfserten Schienenlänge und da die westliche Hälfte des Tunnels in einem Gefälle von 15‰ liegt, eine bescheidene Mafsnahme gegen allfällige zukünftige Wanderungen am Platze. Eine besondere Vorkehrung gegen Spurüberweiterungen, wie sie die Regelausführung der

Form A durch eine Verdichtung der Schwellenlage und eine erhöhte Anzahl von Spannplatten in Bogen vorsieht, war nicht nötig, da der neue Oberbau auf seine ganze Länge in der Geraden liegt und die kräftigen Schwellenschrauben eine genügende Sicherheit gegen seitliche Verdrückungen erwarten liefsen. Um nicht zwei verschiedene Formen von Schwellenschrauben anwenden zu müssen (die oben genannten, kräftigen und die schwächeren für die Spannplatten) wurde bei den Spannplatten auch statt der einen, regelplanmäfsig auf der Innenseite vorgesehenen Schwellenschraube ein Nagel von achteckigem Querschnitte eingeschlagen, so dafs die Spannplatten durchwegs nur mit Achtkantnägeln (zwei aufsen, einer innen) auf der Schwelle befestigt sind.

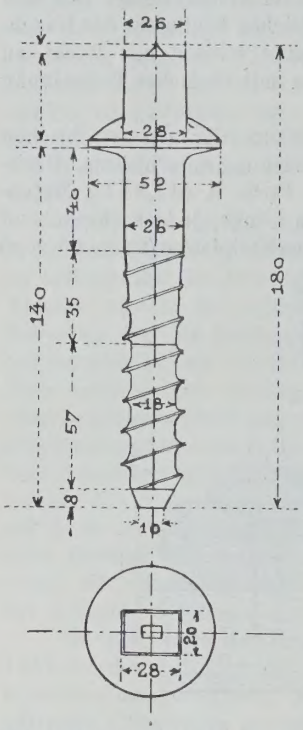


Abb. 7. Verstärkte Schwellenschraube Form A.

Zum Vorbohren der Schwellen für die Schwellenschrauben wurden eigene Sonderbohrer entsprechend der Form der stärkeren Schwellenschrauben geliefert (Abb. 8).

Die Löcher für die Achtkantnägel wurden mit den gewöhnlichen »Robel«-Bohrern vorgebohrt. In beiden Fällen wurden einspindelige »Robel«-Schwellenbohrmaschinen verwendet. Das Schotterbett und die Schwellenlage blieb ungeändert; es erfolgte nur eine Auswechslung der Stofsschwellen beim neuen Stofs, deren Lage sich auch wegen der geringeren Stofsschwellenentfernung des Oberbaues Form A (50 cm) gegenüber der Form Ib änderte. Durch die

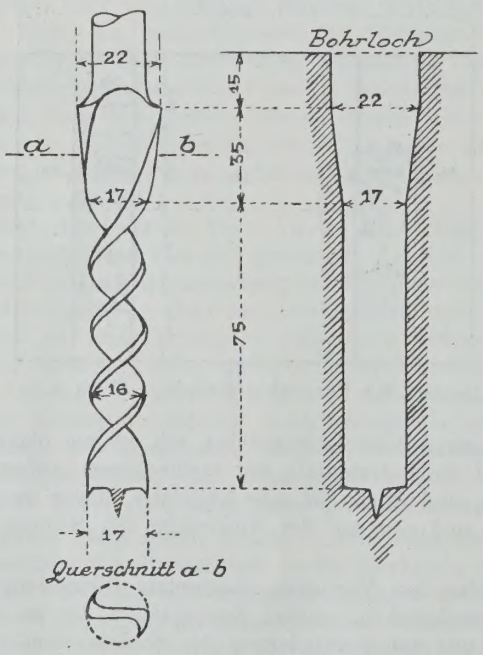


Abb. 8. Bohrer für verstärkte Schwellenschrauben Form A.

auf 25,006 m vergrölserte Schienenlänge wurde die Zahl der Stöfse auf die Hälfte verringert.

Von einem anfangs beabsichtigten Verschweifsen der Schienenstöfse wurde Abstand genommen, doch wurden die Schienen an ihren Enden fast immer satt aneinander gestofsen, was bei den geringen Temperaturunterschieden im Arlbergtunnel — eine Länge von 6 km im Innern schwankt die Lufttempera etwa zwischen 9 und 15° C — keinem Einwande begeg

Das Kleineisenzeug wurde an einigen Bahnstellen, wo fahrungsgemäfs eine besondere Rostbildung zu gewärtigen versuchsweise mit einem Anstrich von »Subox« versehen.

Durch diese Wahl der Oberbauform hoffte man die teile des Breitfufsschienenoberbaues und die des Stuhlschie oberbaues zu vereinigen und die Nachteile des letzteren vermeiden.

Die gewählte neue Schienenlänge von 25,006 m hat al dings nicht durchwegs in der Weise entsprochen, dafs neuen Stofslücken mit den alten genau zusammenfielen. die neue Schienenlage an einzelnen Stellen gegenüber alten Lage voreilte, mufsten dort, um die alte Schwellenl unverändert beibehalten zu können, die neuen Schienen et gekürzt werden.

Das Abladen der neuen Schienen im Tunnel war mit einer eigens bestellten, maschinellen Abladevorrichtung gepl Da sich aber ihre Lieferung verspätete, wurden die Schie von Hand abgeladen. Sie befanden sich auf Drehgestellwag zwischen denen wegen der grofsen Schienenlänge Zwisch wagen eingeschaltet waren. Ein ganzer, derart mit Schie beladener Zug wurde vom Bahnhof St. Anton a. A. aus in Tunnel gestellt. Jede Schiene wurde an schief angeleg über das Nachbargleis reichenden Holzbalken bis auf ha Manneshöhe gleitend herabgelassen und dann von den an gegenüberliegenden Tunnelwand Mann an Mann aufgestell Arbeitern gefafst und nach Entfernung der Holzbalken zwisc die beiden Gleise gelegt. Nachdem in dieser Weise Schienen nebeneinander abgelagert waren, fuhr der Arbeits um eine Schienenlänge weiter. Dieser Vorgang hat sich t der beengten Raumverhältnisse einfach und sehr rasch abgespi

Die Gleisachsen wurden unter besonderer Rücksichtnah auf den knappen Tunnelquerschnitt und auf die geringe geg seitige Entfernung der beiden Gleise mit dem Instrument abgesteckt und auf den alten, in der Bahn verbleiben Schwellen bezeichnet. Nach erfolgtem Abtragen der al Schienen und Stühle wurden die alten Schraubenlöcher in Schwellen mit getränkten Holznägeln verkeilt und die ne Schrauben- und Nagellöcher, die mit den alten nicht zusamm fielen, mit Bohrlehren von der neuen Gleisachse aus aufgek und dann vorgebohrt. Wo kein ebenes Auflager vorhan war, wurden an diesen Stellen die Schwellen nachgedexelt.

Die Arbeiten wurden in den Monaten April, Mai Juni 1925 durchgeführt. Das Verführen der neuen Oberb stoffe in den Tunnel geschah im Eigenbetriebe; das Abtra des alten und das Vorlegen des neuen Oberbaues, sowie Aufladen und Verführen des Rückgewinnes nach dem Bahn St. Anton a. A. wurde einer Bauunternehmung zu festen E heitspreisen übertragen. Die Auswechslungsarbeit wurde jedem der beiden Tunnelgleise nacheinander in einer unun brochenen Gleissperre von je drei Wochen bewirkt, so der eingleisige Betrieb im Arlbergtunnel aus diesem An sechs Wochen dauerte. Nach Beendigung der Auswechslun arbeit wurden die Mittelschwellen, um eine gleichmäfs Lagerung aller Schwellen zu erreichen, nachgekrampt. den neu verlegten Oberbau war eine höchste Fahrgeschwin keit von 70 km/Std. in Aussicht genommen worden. Gründen, deren Erörterung hier zu weit führen würde, wu jedoch vorläufig die bisherige Höchstgeschwindigkeit im bergtunnel von 50 km/Std. noch beibehalten. Die Arbei wurden dadurch wesentlich erleichtert, dafs damals bereits elektrische Betrieb eröffnet worden war und daher ein Arbei in rauchfreier Luft erfolgen konnte. Die Beleuchtung Arbeitsstellen geschah in einfacher Weise mit Azetylenlamp

nfolge der grofsen Schienenlänge und der guten Stofsıdung, sowie des satten Aneinanderstofsens der Schienen- ergab sich ein nahezu stofsfreies Befahren des neuen aues.

Die gesamten Kosten dieser Oberbauerneuerung betrugen: ıriale: rund 569000 S, das sind 29,90 S auf 1 m Gleis; ı: rund 82000 S, » » 4,30 S » 1 m » .

Mit der Einführung der elektrischen Zugförderung wurde efährlichste Feind des Oberbaues im Arlbergtunnel, die ıgase, beseitigt, die mangels einer künstlichen Lüftungsanlage seit der Aufnahme des Betriebs im Jahre 1884 nicht blofs für die Oberbaueisenteile, sondern auch für die Erhaltungsarbeiten selbst von dem nachteiligsten Einflufs waren. Die Betriebserfahrungen mit diesem neuen Oberbau werden im Vergleiche mit den hier früher verwendeten Oberbauformen seinerzeit interessante Aufschlüsse darüber geben, inwieweit die Voraussetzungen für die Wahl der neuen Oberbauform richtig waren und inwieweit sich hieraus und infolge des elektrischen Betriebs die Lebensdauer des Oberbaues verlängert und seine Erhaltungskosten verringert haben werden.

Lokomotiv-Neubau und Lokomotiv-Umbau bei den Österreichischen Bundesbahnen in den Jahren 1926 und 1927.

Von Oberbaurat Ing. **Lehner**, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Tafel 42 und 43.

Durch den Zusammenbruch und die durch ihn bewirkte staltung der wirtschaftlichen Verhältnisse wurden die reichischen Bundesbahnen vor die Tatsache gestellt, dafs e Nebenbahnen häufig innerhalb kurzer Zeit sich zu stark eten Strecken entwickelt hatten. Dies trat hauptsächlich ein, wo die Linien durch Industrie- besonders aber holze Gegenden führen. Bis in die letzte Zeit wurden für Nebenbahnverkehr fast ausschliefslich Lokomotiven älterer ı verwendet. Teils waren diese Maschinen vor vielen n eigens für Lokalbahnbetrieb gebaut worden, teils waren ere leichte Hauptbahnlokomotiven. Da die meisten dieser notivtypen den erhöhten Anforderungen nicht mehr entnen und auf einzelnen Linien schwerere Züge mit drei notiven geführt werden mufsten, war die Bundesbahnltung gezwungen, an den Bau einer neuen Lokalbahnnotivtype zu schreiten, deren Kuppelachsdrücke je nach Strecke, auf der sie verwendet wird, von 11 bis 13 t zeitraubenden Umbau geändert werden können und die dem befähigt sein soll, Züge von 110 t auf Steigungen 40‰ mit Geschwindigkeiten von 15 bis 20 km/Std. zu dern. Ein zwangloses Durchlaufen von Bogen mit 100 m nesser war gleichfalls Bedingung für die Konstruktion. che Zustände in bezug auf Lokomotivverwendung wie Lokalbahnbetriebe herrschten bis in die jüngste Zeit im Verschiebedienste. Eigene leistungsfähige Verschiebeotiven hatten die Bundesbahnen nicht in ihrem Stande. den Abrollanlagen, welche in erster Linie für den schweren hiebedienst in Frage kommen, wurden meist ältere, mitauch neuere Güterzuglokomotiven mit Schlepptendern ndet. Die alten Lokomotiven waren bald für den Verbedienst auf den Abrollrücken zu schwach und mufsten, inlangende Züge von 1500 t Gewicht geschlossen über nlage schieben zu können, zu zweien arbeiten. Dies verhte, infolge der Verwendung der doppelten Lokomotivanzahl aufserdem der Verwendung alter unwirtschaftlicher Nafsflokomotiven, sehr hohe Zugförderungskosten. Die Bundesen schritten daher an die Konstruktion neuer schwerer Verbelokomotiven mit grofsem Beschleunigungsvermögen, die enderlokomotiven ausgebildet, nach beiden Fahrtrichtungen ı gut verwendet werden können. Aufser den Lokalbahn- Verschiebelokomotiven gelangten noch 2 C 1 Zwillingsdampf-Personenzuglokomotiven der B. B.-Reihe 629 zur bestellung, die sich von den gleichen Lokomotiven er Lieferungen nur unwesentlich unterscheiden. Sie sind en schweren Personenzugsdienst im Hügelgelände der Hauptken bestimmt und müssen auch im Bedarfsfalle in den ellzugdienst auf kürzeren Strecken einspringen können. ie drei Lokomotivbauarten gleichzeitig zur Bestellung gen, war es naheliegend, besonders bei der Lokalbahnbei der Verschiebelokomotive möglichst viele Teile gleich zu halten und so den Austauschbau und die rasche Ersatz- und Ausbesserungsmöglichkeit zu fördern. Im Nachstehenden sei eine Beschreibung der drei Lokomotivtypen gegeben und auch gezeigt, in welcher Weise auf den Austauschbau Rücksicht genommen wurde.

1 D 1 Zwillings-Heifsdampf-Lokalbahn-Tenderlokomotive Reihe 378.

Textabb. 1 und Abb. 1, Taf. 42.

Dem Entwurf dieser Lokomotive war folgendes Leistungsprogramm zugrunde gelegt.

Die Maschine mufs in der Ebene Züge von 400 t mit einer Geschwindigkeit von 60 km/Std. und auf 40‰ Steigung Züge von 100 t mit 15 km/Std. befördern. Der Achsdruck der gekuppelten Achsen mufs bis auf 11 t herabgemindert

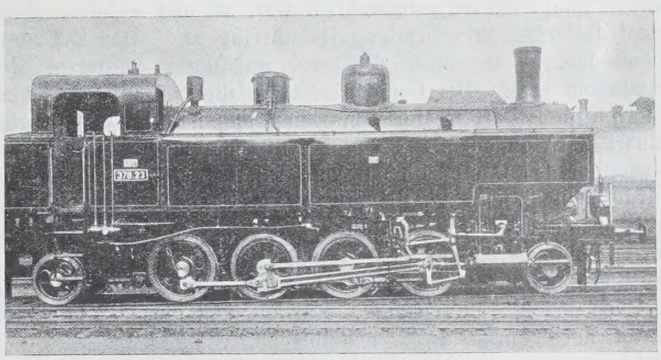


Abb. 1. 1 D 1 Heifsdampf-Tenderlokomotive, Reihe 378.

werden können, was auch der höchst zulässige Achsdruck der Laufachsen ist und darf bei Verkleinerung des Wasservorrates 10,5 t für alle Achsen nicht überschreiten. Andererseits ist aber für einzelne Lokalbahnlinien ein Achsdruck von 13 t zulässig, der natürlich ausgenützt werden soll. Als engster zu befahrender Bogen ist ein Bogen von 100 m Halbmesser gegeben. Die Vorräte an Kohle und Wasser sind so grofs als möglich anzunehmen.

Aus der Forderung der weitgehenden und möglichst einfachen Veränderlichkeit des Achsdruckes ergab sich zwangläufig der Entwurf einer Lokomotive mit vorderer und hinterer Laufachse, durch deren Ent- oder Belastung durch Veränderung der Federspannung das Reibungsgewicht erhöht oder verringert werden kann. Die in jeder Fahrtrichtung führende Laufachse gibt auch die Gewähr eines ruhigen Laufes der Lokomotive sowohl in der geraden Strecke als auch in Kurven, was bei dem beabsichtigten Verwendungszweck auf leicht gebauten Lokalbahnen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Aus dem Leistungsprogramm ergab sich das Kupplungsverhältnis und

die Gröfse und Leistungsfähigkeit des Kessels. In nachstehendem mögen nun die einzelnen Teile dieser Lokomotive beschrieben sein.

Kessel. Um die Anzahl der bei den Bundesbahnen in Verwendung stehenden Stehkesseltypen möglichst klein zu halten, wurde für die neuen Lokomotiven eine der geforderten Kesselleistung entsprechende, auch für andere Kesseltypen zu verwendende Stehkesselbauart geschaffen. Der Stehkessel kann ohne Änderung für die D-Verschiebelokomotive R. 478, die 1 C 1 Personenzuglokomotive R. 29 und mit einer geänderten Rohrausteilung auch für die 1 C 1 Personenzuglokomotive R. 229 verwendet werden. Da von allen diesen Lokomotivtypen eine gröfsere Anzahl im Betriebe steht, bedeutet die Schaffung einer für vier Lokomotivreihen verwendbaren einheitlichen Kesseltype eine wesentliche Erleichterung der Hauptwerkstätten und der Baustoffvorratstellen.

Der Stehkesselmantel wurde aus einer einzigen Platte hergestellt, die oben seitlich Doppelungsstreifen aufgenietet erhielt, um für die beiden äufsersten Deckenankerreihen noch genügend Gewinde zu erhalten. Die kupfernen Stehbolzen sind ihrer ganzen Länge nach gelocht. Um Stehbolzenbrüche bei der allseits geschlossenen Kesselverkleidung mit Sicherheit erkennen zu können, wurden die Stehbolzenbohrungen luftseitig durch Schamottemörtel verschlossen, so dafs das durch den Stehbolzenbruch in die Bohrung gelangende Wasser in die Feuerbüchse blasen mufs. Zur Erleichterung später notwendig werdender Ausbesserungen der Feuerbüchse wurde die Stehbolzenteilung der Seitenwände ohne Absätze in den lotrechten und wagrechten Reihen ausgeführt. Wegen leichteren Zusammenpassens der inneren Feuerbüchse mit dem äufseren Stehkessel ging man von der Ausbildung des Webbschen Heiztürringes, der bisher bei den Österreichischen Bundesbahnen hauptsächlich gebräuchlich war, ab und wendete einen schmiedeisernen kreisförmigen Heiztürring an. Der Zylinderkessel besteht aus zwei Schüssen, auf deren vorderem der Dampfdom sitzt. Der Domdeckel trägt die beiden Pop-Sicherheitsventile Bauart Coale. Im Dampfdom ist der Ventilregler Bauart Zara angeordnet. Um bei diesem Regler ein genaues Einstellen des Dampfzuflusses zum Überhitzer zu ermöglichen, wurde sein grofses Ventil mit zylindrischem, durch Dreieckschlitze unterbrochenem Ansatz versehen, der eine Reglung der Dampfeinströmung bei verhältnismäfsig grofsem Reglerventilhub gestattet. Die Verbindung des Kessels mit dem Rahmen erfolgt aufser durch die Rauchkammer und deren Sattel noch durch drei Pendelbleche, von denen zwei den Stehkessel tragen, während das dritte zur Stützung des Langkessels dient. Der Kessel kann sich also zwanglos nach hinten ausdehnen und wird dabei durch die reichlich breit gewählten Pendelbleche am seitlichen Schlingern verhindert.

Überhitzer und Rauchkammer. Als Überhitzer kam der Schmidtsche Grofsrauchröhrenüberhitzer zur Anwendung. Das Verhältnis seiner feuerberührten Heizfläche zur feuerberührten Verdampfungsheizfläche beträgt 1 : 2,85. Die Dampfgeschwindigkeit in den Überhitzrohren bei normaler Kesselanstrengung 24 m/Sek., erreicht bei gesteigertem Betrieb 30 m/Sek. Mit diesem Überhitzer können leicht 375° Dampftemperatur gehalten werden, ohne den Rost übermäfsig zu belasten. Als Überhitzerelemente wurden solche mit geschmiedeten Umkehrenden verwendet. Die rückwärtigen liegen 377 mm vor der Feuerbüchsrohrwand, die vorderen 400 mm innerhalb der Rauchrohre, so dafs eine Abkühlung des Heifsdampfes durch die in den vorderen Rauchrohrteilen stark ausgenützten Rauchgase vermieden wird. Der gufseiserne Überhitzerkasten ist von der bei den Österreichischen Bundesbahnen allgemein üblichen Bauart mit Anschlufs der Überhitzerelemente an der Unterseite und einem Kugelventil zur Belüftung des Überhitzers bei abgestelltem Regler. Ein Pyrometerstutzen zur fallweisen Überprüfung der Wirksamkeit des Überhitz ist gleichfalls vorgesehen. Die Flanschen zum Anschlufs Einströmrohre sind an die Vorderseite des Sammelkastens legt. Die Rauchkammer wurde nicht vollkommen zylindri sondern mit einem unten an sie anschliefsenden Sack Aufnahme der Lösche ausgebildet. Man wählte diese Bau um bei den für Lokalbahn- und Verschiebelokomotiven zur V wendung kommenden, oft sehr minderwertigen leichten Bre stoffen ein Verlegen der untersten Heizrohre durch Lös und Flugasche möglichst zu verhindern. Dieser Löschef raum ist von der vorderen Maschinenbrust durch eine eig Klappe in seiner ganzen Breite zugänglich, so dafs die Rau kammer leicht mittels Krücke bei geschlossener grofser run Rauchkammertür gereinigt werden kann. Diese Rauchkamm bauart hat sich bisher im Betriebe sehr gut bewährt, zu beim Reinigen der Rauchkammer die geschlossene grofse T das Eindringen kalter Luft verhindert und die Rauchkamm rohrwand dadurch geschont wird. Ein gleichfalls nicht unterschätzender Vorteil ist der ebene Rauchkammerbo welcher ohne Zwischenschaltung von Flanschen ein gutes dichten der Rauchkammer an der Stelle des Durchganges Ausströmrohres gewährleistet. Als Funkenfänger kam Langersche Funkenteller in Verwendung. Er steht mit se drei angegossenen Füfsen auf dem Blasrohrstandrohr kann in seiner senkrechten Entfernung vom Blasrohrkopf d Einbau bzw. Herausnahme von Beilagen verändert wer Als Schornstein kam ein für eine ganze Anzahl Bundesb Lokomotivreihen verwendetes Modell ohne Änderung in Gebra

Rost und Aschenkasten. Der Rost besteht aus Feldern, deren vorderes in seinem rückwärtigen Teil d das Kipprostfeld unterbrochen wird. Alle Roststäbe sind der bei den Bundesbahnen bestehenden Norm aus Schm eisen, die Stäbe der festen Rostfelder an ihren Enden in bei den Bundesbahnen allgemein üblichen Art abgebogen. Veränderung der Weite des Abbuges ergibt eine Veränder der Rostspaltenweite. Die Stäbe des Kipprostfeldes sind Paketen zusammengenietet und jedes einzelne Paket wi mit dem Rostabträger des Kipprostes verschraubt. Der Kipp selbst wird mit Spindel und Schraube vom Heizerstand betätigt. Besonderes Augenmerk wurde einer möglichst fachen Ausbildung des Aschenkastens zugewendet. Er ist teilig und besitzt vorne und hinten Luftklappen, die samt Vorder- bzw. Rückwand abgenommen werden können. raschen Entleerung des Aschenkastens ist eine Bodenkla vorgesehen. Alle Klappen sind vom Führer- bzw. Heizerst aus zu bedienen.

Rahmen. Die beiden 25 mm starken Hauptrahmenpla sind gegeneinander durch lot- und wagrechte Querverbindun aus Blech und Winkeleisen so abgesteift, dafs der g Rahmen auf den gröfsten Teil seiner Länge einen geschlosse Kasten bildet und so grofse Quersteifigkeit gewährlei Besondere Aufmerksamkeit wurde der Verbindung der bei Hauptrahmenplatten im Bereiche der Zylinder zugewendet es wurden an dieser Stelle aufser einer oberen und e unteren wagrechten Verbindung noch eine eigene mitt wagrechte Querverbindung eingebaut. Zur Erreichung nötigen Seitenspiele der Laufachsen ist der Rahmen vor Zylindern und vor der hinteren Laufachse abgesetzt.

Zug- und Stofsvorrichtung. Um bei den in scha Krümmungen verhältnismäfsig grofsen Seitenausschlägen Brüste jede Biegungsbeanspruchung der Zughakenstange zuschalten wurden beide Zugvorrichtungen in wagrechter Eb kippbar ausgebildet. Die Zughakenfeder sitzt mit ihrer Un lagsplatte auf einer, den Auflageplatten bei Tragfedern ä lichen, mit einer Schneide versehenen Platte, so dafs b Ausschwenken der Lokomotivbrust in Gleiskrümmungen ganze Zugvorrichtung fast reibungslos um die erwähnte Schne

ı kann. Die Stofsvorrichtung entspricht der bei den ɛsbahnen normalen Bauart mit zweifüfsigem gepreſstem gehäuse und Schneckenfeder für 15 t Maximalbelastung. Dampfzylinder und innere Steuerung. Bei der ldung der Dampfzylinder wurde darauf gesehen, dafs der ɔgufs sowohl für den linken als auch für den rechten ler verwendbar sei. Das gleiche gilt auch für die beider- ɛn vorderen und hinteren Zylinderdeckel. Die guten rungen, welche die Bundesbahnverwaltung mit der von ısgebildeten Bauart der Lentz-Ventilsteuerung in angem Betriebe gemacht haben, war die Veranlassung, die neuen Lokomotiven mit dieser Steuerung auszurüsten. ie Herstellung des Ventilsitze und des Nockenraumes zu fachen und damit die Möglichkeit einer genaueren Aus- ıg zu schaffen, wurde auf die Anwendung des vom Zylinder ınten und mit letzterem nur durch Flanschen verbundenen kastens gegriffen. Der Grofsteil aller in Österreich den Ventillokomotiven ist mit derartigen Ventilkästen führt, so dafs auch über deren Verhalten im Betriebe ende, und zwar gute Erfahrungen vorliegen. Die Trennung ylinder und Ventilkasten bietet auch den Vor- für verschiedene Lokomotivtypen, falls es die erlichen Dampfgeschwindigkeiten zulassen, e Ventilkästen zu verwenden. Da aufserdem re für rechte und linke Zylinder vollkommen ausgebildet sind, wird durch diese Mafs- ɛ die Modell- und Vorrathaltung wesentlich facht. Bei den in Frage kommenden Lokal- ɔkomotiven gelang es, einen Ventilkasten samt ɛr Steuerung (ausgenommen Nocken) zu ver- ɛn, der ohne jede Änderung für drei weitere ɛr Dienstbestimmung sehr verschiedene Loko- typen mit gutem Erfolge gebraucht wird. Es dies die neue D-Verschiebelokomotive R. 478, die 2 C 1 Personenzug-Tenderlokomotive 9 und die 1 C 1 Personenzuglokomotive R. 429. oppelsitzventile von 160 mm Durchmesser für fs und Auslafs sind aus Schmiedeisen, ihre eln aus Chromnickelstahl erzeugt. Aus dem ɛn Baustoff bestehen auch die Zwischenhebel Rollen. Die näheren Einzelheiten der kon- ɪiven Durchbildung von Zylindern, Ventilkasten innerer Steuerung sind aus Abb. 4, Taf. 43 ntnehmen. Die Dampfdruckschaulinien für ɪiedene Füllungsgrade und Geschwindigkeiten Textabb. 2. Der Druckausgleich ist selbst- und wird durch einen kleinen Dampfkolben gesteuert. Ausgleichkanal ist mit dem Zylinder zusammengegossen.

Äufsere Steuerung. Als äufsere Steuerung wurde die ngersteuerung gewählt. Sie ist so ausgebildet, dafs sie or- und Rückwärtsfahrt gleiche Ein- und Ausströmverhält- ergibt. Bei der Durchbildung der Einzelteile wurde deres Augenmerk der einfachen und zweckmäfsigen Form- ıg zugewendet, um dadurch die Erhaltungskosten mög- herabzudrücken. Da die Lokomotiven, wie es jeder lbahnbetrieb mit sich bringt, auch häufig Verschiebedienst n müssen, wobei die Steuerung oft umgelegt werden mufs, ɛ mit Rücksicht auf die geringen Bewegungswiderstände entilsteuerung ein Umsteuerhebel statt der meist üblichen euerwinde ausgeführt.

Triebwerk. Kolben, Kolbenstange, Kreuzkopf. Kolben sind in der, bei den Bundesbahnen üblichen Form epreſstem Stahl hergestellt und dichten mit drei schmalen tungsringen gegen die Zylinderwand ab. Vorne wird jeder en unter Vermittlung der durchgehenden Kolbenstange einem nachstellbaren, aus Phosphorbronze hergestellten lager getragen. Letzteres ist an den Zylinderdeckel angebaut und wird vollständig von Dampf umspült. An das Lager setzt sich die geschlossene, mit dem Zylinderraum in Verbindung stehende Stangenhülse an. Durch diese Anordnung wird je eine vordere Heifsdampfstoffbüchse erspart. Auf der Kurbelseite besorgt die Abdichtung der Kolbenstange gegen den Zylinderdeckel eine Gufseisenpackung Patent Hauber. Die Stahlgufskreuzköpfe entsprechen einem für verschiedene Lokomotivtypen anwendbaren Modelle. Sie sind sowohl oben, als auch unten mit Schuhen aus Phosphorbronze ausgerüstet. Die Kreuzkopfschmierung erfolgt in der üblichen Weise, einerseits durch ein am Kreuzkopfmitnehmer angebrachtes reichlich bemessenes Schmiergefäfs, andererseits durch ein Schmiergefäfs, das an der oberen Gleitbahn angebracht ist.

Treib- und Kuppelstangen. Um die Instandhaltungsarbeiten und die Vorrathaltung möglichst zu vereinfachen, bildete man die einzelnen Stangen so aus, dafs sie für beide Lokomotivseiten verwendet werden können. Alle Stangenlager sind durch Keile nachstellbar. Grofse Sorgfalt wurde der Schmierung dieser Lager zugewendet. Die Schmierdeckel besitzen eingeschliffene Schmierventile, die in geöffnetem Zustand

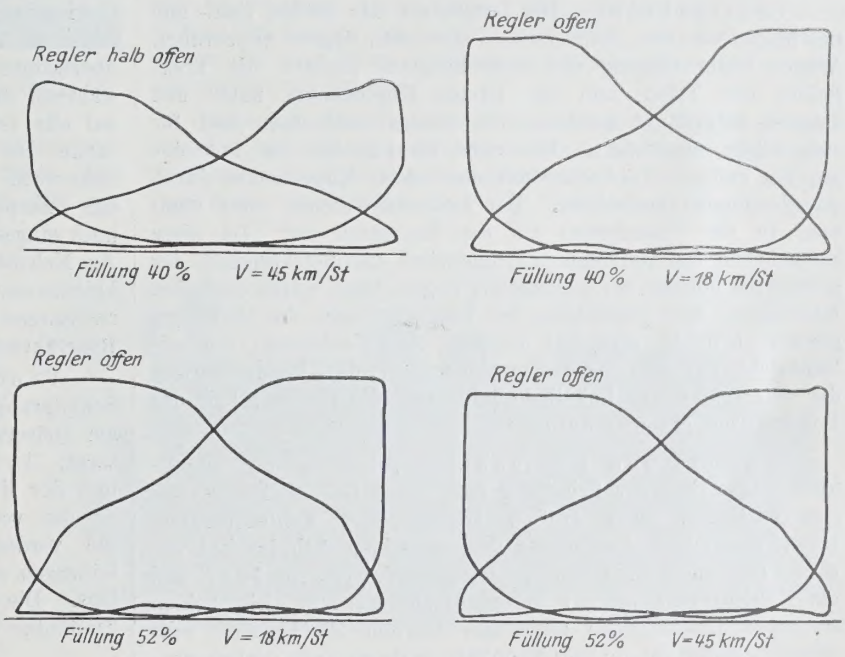


Abb. 2. Dampfdruckschaulinien bei Lokomotiven Reihe 378.

schräg gestellt werden können, wodurch sie sich feststellen. Es brauchen daher beim Füllen der Schmiergefäfse die Deckel nicht von Hand offen gehalten zu werden. Der Ölzufluſs zu den Lagern wird durch auswechselbare Stifte geregelt. Alle Stangenlager erhielten nach der Bundesbahnnorm je zwei Schmierfilze und zwar an ihrer höchsten und ihrer tiefsten Stelle. Die Schmieröffnungen der Lager münden in den oberen Schmierfilzen, so dafs diese die Verteilung des Öles auf den Zapfen zu besorgen haben. Schmiernuten im Lagerschalenausgufs sind daher überflüssig.

Radsätze und Achslager. Um Gleiskrümmungen bis zu 100 m Bogenhalbmesser noch anstandslos befahren zu können, erhielten die beiden radial einstellbaren Laufachsen ein Seitenspiel von jederseits 55 mm und die zweite Kuppelachse ein solches von je 10 mm. Von der Anordnung einer Rückstellung der Laufachsen wurde abgesehen.

Beim Entwurfe der Lokomotiven wurde verlangt, wenn irgend tunlich, bestehende Radsätze zu verwenden. Man griff daher auf den Treib- und Kuppelradsatz der D-Lokalbahnlokomotive Reihe 178 und auf den Laufradsatz der 1 C Lokalbahnlokomotive Reihe 99. Beide Radsätze sind auch für ver-

schiedene andere Lokomotivreihen zu verwenden. Da es sich um Räder von verhältnismäfsig kleinen Durchmessern handelte, entschlofs man sich zur Ausführung der Radscheiben aus Gufseisen. Man hat dabei auch die Möglichkeit zur leichten Zugänglichkeit der Achslager grofse Ausschnitte in den Radkörpern unterzubringen. Die Achslager wurden so ausgebildet, dafs sie ohne Änderung auch für die oben genannte D-Lokalbahnlokomotive verwendet werden können. Alle Achslagergehäuse sind aus Stahlgufs hergestellt und mit Gleitschuhen aus Bronze ausgerüstet. Die Lagerschalen bestehen gleichfalls aus Bronze. Lagergehäuse und Lagerschalen sind für die möglicherweise später erfolgende Ausstattung der Lokomotiven mit Achslagerpreſsschmierung vorbereitet. Die Ölräume der Lagergehäuse können sowohl durch die Radkörperausschnitte, als auch durch eigene am Rahmen angebrachte Füllgefäfse mit Öl versehen werden. Die Unterlager, welche nur als Ölbehälter und zur Aufnahme der federnden Schmierpolster dienen, werden durch Preſsschrauben gegen die Lagerschalen gedrückt, so dafs an der Stofsfuge zwischen Ober- und Unterlager keine Ölverluste auftreten können.

Federgehänge. Die Tragfedern der beiden Lauf- und der beiden vorderen Kuppelachsen sind oben liegend angeordnet. Wegen Unterbringung des Aschenkastens mufsten die Tragfedern der Treib- und der letzten Kuppelachse unter den Lagern aufgehängt werden. Die beiden Laufachsen sind für sich allein abgefedert. Die erste Kuppelachse ist mit der zweiten und die Treibachse mit der letzten Kuppelachse durch Ausgleichhebel verbunden. Der Lokomotivrahmen ruht demnach in vier Stützebenen auf den Radsätzen auf. Da diese Stützebenen fast vollkommen symmetrisch zum Schwerpunkt der gefederten Massen der Lokomotive liegen, kann durch einfaches Nachlassen, oder Anspannen der Laufachsfedern das Reibungsgewicht beliebig verändert werden, eine Forderung, die mit Rücksicht auf die grofse Verschiedenheit der Bauausführung der österreichischen Lokalbahnlinien und die Freizügigkeit der Lokomotiven erhoben wurde.

Wasser- und Kohlenkasten. Eine der Hauptforderungen bei der Schaffung der neuen Lokomotivtype war das Verlangen nach grofsen Wasser- und Kohlenvorräten. Durch möglichste Ausnutzung des zulässigen Achsdruckes von $6 \times 11 = 66$ Tonnen konnte ein Wasservorrat von 10 m³ und ein Kohlenvorrat von 3 t untergebracht werden. Die beiden seitlichen Wasserkasten aus 4 mm starkem Bleche sind vollständig geschweifst, so dafs Nietnähte in ihnen nicht vorkommen. Um möglichst wenig Stofsfugen zu erhalten, wurden die Kasten so zusammengesetzt, dafs einerseits Boden und dem Kessel zugekehrte Seitenwand, anderseits Decke und äufsere Seitenwand aus je einer Blechtafel hergestellt wurden. Zahlreiche innen eingeschweifste Querbleche sorgen für eine genügende Versteifung der Wände gegeneinander. Der linke Wasserkasten wurde zweiteilig mit einem rückwärtigen einschiebbaren kleineren Wasserkasten ausgebildet. An Stelle des letzteren soll, wenn nötig, zu einem späteren Zeitpunkte, ein Dabeg-Vorwärmer eingebaut werden. Der hinter dem Führerhause liegende Kohlenkasten ist von ersterem durch eine mittlere Türe und zwei seitliche Schieber zugänglich. Zur Unterbringung von möglichst viel Kohle wurde der Kohlenkastenboden nach abwärts gezogen. Um wenn nötig aus dem untersten Teile des Kohlenkastens den Brennstoff heraufbefördern zu können, sind die Schaufelbleche der beiden seitlichen Öffnungen leicht abnehmbar ausgeführt, so dafs sie beim Aufziehen der Kohle mittels Krücke kein Hindernis bilden.

Führerhaus. Der obere Teil des Führerhauses ist leicht abnehmbar eingerichtet. Alle im Führerhaus mündenden Züge, sowie die verschiedenen, an der Führerhausseitenwand angebrachten Apparate sind so angeordnet, dafs ein Abheben des Führerhausoberteiles ohne deren Abnahme stattfinden k Reichlich bemessene Fenster lassen eine gute Lüftung Führerhauses zu.

Bremse. Die Lokomotiven sind mit selbsttätiger Vaku schnellbremse ausgerüstet. Wie bei den Österreichischen Bun bahnen allgemein üblich, ist die Lokomotivbremse von j des Wagenzuges vollkommen getrennt; sie tritt erst dan Tätigkeit wenn der Wagenzug vollkommen eingebremst Die Lokomotivbremse wirkt mittelst zweier 21 zölliger Br zylinder auf die drei rückwärtigen gekuppelten Achsen. D einen kurzen Hebel ist die Bremswelle mit der Handbre verbunden. Der grofse Luftsauger für die Wagenbremse an der Führerhausseitenwand.

Armaturen und Nebenapparate. Die gesa Kesselarmatur entspricht der neuen Norm der Österreichisc Bundesbahnen. Zur Entleerung des Kessels ist ein Abschla schieber der Bauart Friedmann an der Stiefelknechtplatte gesehen. Seine Betätigung erfolgt von aufsen mittels verrie baren Zuges. Die Kesselspeisung wird von zwei nichtsauge Strahlpumpen der Bauart Friedmann besorgt. Die Dampfh einrichtung wurde so einfach als möglich ausgebildet. damit zu rechnen ist, dafs die Lokomotiven meist von s überlastetem Personale, sowohl während der Fahrt, als a während der Ruhepausen im Heizhause betreut werden, w auf alle verwickelten Armaturbauarten verzichtet und auch Stelle des Dampfheizdruckminderventils ein einfaches Sic heitsventil gesetzt, welches durch das Geräusch beim Abbl das Fahrpersonal auf den mit einem normalen Handventil hoch eingestellten Druck in der Heizleitung aufmerksam ma An Nebenapparaten sind noch ein schreibender Geschwin keitsmesser Bauart Hausshälter, sowie Radreifenschmier richtungen an den Laufachsen und der Handsandstreuer, de Rohrführung aus Textabb. 1 ersichtlich ist, zu erwähnen.

Ventilspindel- und Zylinderschmierung. Schmierung aller vom Dampf geheizten Teile wird durch am Heizerstande untergebrachte Friedmann-Schmierpresse sorgt. An sie ist die Schmierung der Ventilspindeln, der Kol und der Kolbenstangenstopfbüchsen, sowie die Schmierung an den vorderen Zylinderdeckeln angebrachten Traglager die vorderen Kolbenstangen angeschlossen. Alle Schm leitungen sind leicht zugänglich am Steh- und Langkessel legt. Die Leitungen zur Zylinderschmierung führen über zerstäuber der Bauart Friedmann zu den Zylinderlauffläch

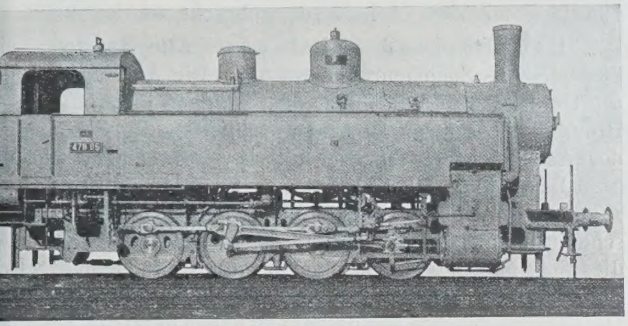
D-Zwillings-Heifsdampf-Verschiebelokomotive Reihe 478.

Textabb. 3 und Abb. 2, Taf. 42.

Als Leistungsprogramm für diese Lokomotive war verla dafs sie Güterzüge von 1500 t Gewicht auf den Abrollanla verschieben kann. Aufserdem soll sie fallweise für schw Güterzuglokomotiven in den Streckendienst eintreten kön Der höchste zulässige Achsdruck wurde mit 16 t begre Die Bauart sollte möglichst einfach sein und möglichst v gut bewährte Einzelteile anderer Lokomotivreihen besitzen die Erhaltungsarbeiten und die Vorratshaltung zu vereinfach Auf Grund aller dieser Forderungen wurde eine D-Hei dampf-Zwillings-Lokomotive entworfen, welche schon weiter oben erwähnt, in vielen Teilen vollkommen gl mit der vorstehend beschriebenen Lokomotivreihe ist. So folgende Teile der beiden Lokomotivbauarten gleich und un einander austauschbar:

Kessel samt Sicherheitsventilen und Regler, Überhitzer.
Rauchkammer bis auf unwesentliche Einzelheiten samt Sch stein und Funkenteller.
Rost und Aschenkasten.
Ventilkasten samt innerer Steuerung.
Die gesamte äufsere Steuerung.

Triebwerk sind austauschbar:
Kreuzköpfe samt Gleitbahnen, Kolbenstangen mit vorderen
raglagern.
b- und Kuppelstangen.
sätze und Achslager.
aturen und Sandstreuer und schliefslich noch die Ventil-
indel und Zylinderschmierung.
s möge daher hier nur von jenen Teilen geschrieben
die sich bei beiden Lokomotivbauarten wesentlich unter-
n.



Zwillings-Heifsdampf-Tender-Verschiebelokomotive, Reihe 478.

ahmen. Dem Verwendungszweck der Lokomotiven ent-
end wurde der Rahmen besonders stark ausgeführt. Die
Hauptplatten sind 30 mm stark und durch lot- und
hte Bleche gegeneinander abgesteift. Stark und
echend durch Winkelrahmen gestützt, wurden
lie Brüste der Lokomotiven ausgeführt.

ug- und Stofsvorrichtung. Die Zug-
tung wurde ähnlich der der 1 D 1 Lokalbahn-
tive durchgebildet und in den meisten Teilen
ner gleichgehalten. Da die Lokomotiven sehr
hiebedienst leisten müssen, erhielten sie Ring-
uffer mit Ürdinger Federn ohne Vorfedern.
dies der erste gröfsere Versuch der Öster-
chen Bundesbahnen mit derartigen Puffern.

)ampfzylinder. Die Dampfzylinder wurden
n jenen der Lokalbahnlokomotiven durch-
et. Besonderes Augenmerk wurde einer guten
agungsmöglichkeit der Kolbenkräfte auf den
n gewidmet. Bei diesen Lokomotiven wird
des häufigen und raschen Anhaltens der
ausgleich von Hand betätigt. Die rechten und
Zylinder sind nach demselben Modell gegossen, sind
ertauschbar. Das gleiche gilt auch von den Zylinder-
n.

adsätze. Die Treib- und Kuppelradsätze sind vollständig
nen der Lokalbahnlokomotiven gleich. Um eine möglichst
geführte Länge zu erzielen, erhielt nur die zweite Kuppel-
eine beiderseitige Verschiebbarkeit von je 10 mm.

edergehänge. Das gefederte Gewicht dieser Loko-
überträgt sich in zwei Stützebenen auf die Achsen.
Ausgleichhebel sind die Federn des ersten und zweiten,
jene des dritten und vierten Räderpaares miteinander
den.

Vasser- und Kohlenkasten. Beide Kasten sind
n jenen der Lokalbahnlokomotiven ausgebildet. Der spätere
t eines Dabeg-Vorwärmers kommt bei der Verschiebe-
tive nicht in Frage, weshalb auch der linke Wasserkasten
nzen Länge nach durchläuft und ein einschiebbarer Wasser-
fehlt.

remse. Da die Lokomotiven ausschliefslich Verschiebe-
n und ausnahmsweise dem Streckendienste als Güterzug-
lokomotiven dienen sollen, erhielten sie keine eigene Zugbremse, sondern können nur für sich allein durch eine kräftig wirkende Dampfbremse und eine mit dieser gekuppelte Handbremse zum Stillstand gebracht werden. Die Dampfbremse wird durch einen einfachen Dreiweghahn, welcher an der Führerhausseitenwand sitzt, bedient.

Nebenapparate. Zur Kontrolle der Verschiebeleistung sind die Lokomotiven statt mit Geschwindigkeitsmessern, mit Chronhodographen ausgestattet. Dadurch wird es möglich, auf einfache Art den zurückgelegten Verschiebeweg und die dazu gebrauchte Zeit festzustellen.

2 C 1 Zwillings-Heifsdampf-Personenzuglokomotive Reihe 629.

Textabb. 4 und Abb. 4, Taf. 42.

Es handelt sich bei dieser Maschine um die Nachbestellung einer von der Österreichischen Südbahn-Gesellschaft erstmalig im Jahre 1913 gebauten Lokomotivtype, welche sich im Laufe der Jahre sehr gut bewährte und von den österreichischen Staatsbahnen im Jahre 1917 mit nur geringfügigen Änderungen übernommen wurde. Die neuen nunmehr zur Ablieferung gelangenden Lokomotiven dieser Reihe, unterscheiden sich von ihren älteren Schwestern im wesentlichen nicht. In den folgenden Zeilen sei eine kurze Schilderung dieser sehr verwendbaren Lokomotivtype gegeben.

Kessel. Der Kessel mit unten etwas eingezogenem Stehkessel ist in allen seinen Einzelteilen nach den Normen der Österreichischen Bundesbahnen ausgeführt und unterscheidet sich von dem Kessel der Lokalbahn- und Verschiebelokomotive aufser

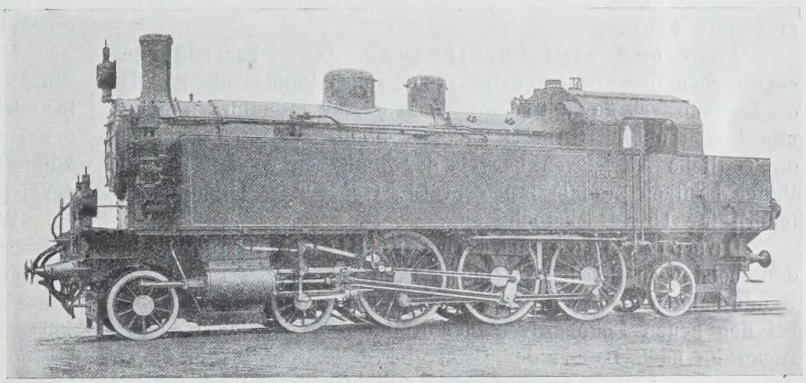


Abb. 4. 2 C 1 Zwillings-Heifsdampf-Personenzug-Tenderlokomotive, Reihe 629.

durch die Webbsche Heizöffnung nur in den Abmessungen, nicht aber in der Bauart.

Überhitzer und Rauchkammer. Der gufseiserne Überhitzerkasten ist ähnlich jenem der vorbeschriebenen beiden Lokomotivbauarten und nur entsprechend dem gröfseren Rost und Kessel gröfser ausgebildet. Seine 21 Überhitzerelemente sind mit den Elementen der Verschiebe- und der Nebenbahnlokomotive vollkommen gleich und austauschbar. Die Dampfgeschwindigkeit beträgt in den Elementen bei normaler Kesselleistung 40 m/Sek. und steigt bei Höchstleistung auf 50 m/Sek. Dauernd wird eine Dampftemperatur von 350 bis 375° erzielt, was den an die Lokomotive gestellten Anforderungen völlig genügt.

Die zylindrische Rauchkammer wird vorne durch eine zweiflügelige Türe abgeschlossen. Der Schornstein ist der gleiche, wie jener der Lokalbahnlokomotive. Als Funkenfänger kommt ein Langerscher Funkenteller zur Anwendung. Der Blaskopf ist in seiner Höhenlage zum Schornstein durch Zugabe oder Abnahme von Beilagscheiben verstellbar.

Rost und Aschenkasten. Nach der bei den Bundesbahnen allgemein eingeführten Rostnorm, sind die Roststäbe aus

Schmiedeisen mit umgebogenen Enden ausgeführt. Wie bei den oben beschriebenen Lokomotiven ist auch bei dieser Maschine im rückwärtigen Teile des vorderen Rostfeldes ein durch Spindel und Schraube zu betätigender Kipprost untergebracht. Da der Stehkessel bereits etwas zwischen die Räder zu liegen kommt, mufste der Aschenkasten um genügend Raum zu bieten, mehrteilig ausgeführt werden. Für reichliche Luftzufuhr ist durch grofse, vordere und hintere Luftklappen gesorgt. Zur raschen Entleerung des Aschenkastens ist an seiner tiefsten Stelle eine Bodenklappe, welche vom Heizerstand aus bedient wird, angeordnet.

Rahmen. Die beiden 26 mm starken Hauptrahmenplatten laufen über die ganze Länge der Lokomotive durch. Oberhalb der Ausschnitte für die Achslagerführungen sind die Platten durch aufgenietete Doppelungsbleche verstärkt. Für reichliche lot- und wagrechte Querversteifung ist Vorsorge getroffen. Die untere Rahmenquerverbindung zwischen den Zylindern trägt das Stahlgufslager für den Drehgestellzapfen. Das Drehgestell selbst besitzt gleichfalls einen Blechrahmen in den die Rückstellvorrichtung eingebaut ist. Die Seitenverschiebbarkeit des Drehgestelles beträgt jederseits 35 mm. Als Rückstellvorrichtung wurden Blattfedern gewählt, deren Vorspannung 2,5 t beträgt. Nach der bei den Bundesbahnen herrschenden Gepflogenheit erhielt die letzte als Adamsachse ausgebildete Laufachse keine Rückstellvorrichtung. Da bei den österreichischen Lokomotiven der Achsstand zwischen einer einzelnen radial einstellbaren Laufachse und der nächsten festen Kuppelachse in der Regel klein gehalten wird, kann auf eine zwangsweise Rückstellung einer solchen Achse verzichtet werden, ohne befürchten zu müssen, dafs die Achse zum Schlingern im Gleise neigen würde. Fast ausnahmslos geben diese Achsen dem Fahrzeug in Kurven eine gute Führung.

Zug- und Stofsvorrichtung. Diese Einrichtungen entsprechen der Norm der Österreichischen Bundesbahnen. Da die Lokomotiven nur auf Hauptstrecken zur Verwendung kommen und Bögen unter 180 m Halbmesser nicht befahren, wurde auf die seitliche Ausschwenkbarkeit der Zughaken verzichtet. Die Puffer besitzen zweiflüssige gepreifste Gehäuse mit Schneckenfedern für 15 t Höchstbelastung.

Dampfzylinder und innere Steuerung. Wie bei den meisten in den letzten fünf Jahren für die Österreichischen Bundesbahnen gebauten und umgebauten Lokomotiven kam auch bei den neuen Lokomotiven der Reihe 629 die Lentz-Ventilsteuerung nach Bauart der Österreichischen Bundesbahnen zur Anwendung. Die Dampfzylinder und die Ventilkasten sind getrennt ausgeführt. Letztere sind samt innerer Steuerung, also samt den Ventilen, der Nockenwelle, ausgenommen der Nocken selbst, sowie samt den Zwischenhebeln und deren Nachstellvorrichtung vollkommen gleich mit den entsprechenden Teilen der Lokalbahnlokomotiven Reihe 378. Um Modelle und in Vorrat zu haltende Rohabgüsse zu sparen, wurden die Zylinder und ihre Deckel für die linke und rechte Maschinenseite gleich und vertauschbar ausgebildet. An den Zylindern sind die Druckausgleichkanäle angegossen. Die Druckausgleichhähne werden von dem genormten Dampfsteller betätigt. Wie bei den Nebenbahn- und Verschiebelokomotiven ist auch bei diesen Maschinen an dem vorderen Zylinderdeckel ein vom Dampfe umspültes Traglager für die vordere Kolbenstange angebracht. Als Stopfbüchsenpackung für die rückwärtige Kolbenstange wurde auch hier Gufseisenpackung Patent Hauber angewendet.

Äufsere Steuerung. Als äufsere Steuerung wurde die Heusingersteuerung gewählt. Alle ihre Teile sind leicht gehalten. Die Umsteuerung besorgt eine Umsteuerwinde.

Triebwerk. Kolbenstange und Kreuzkopf. Die aus Stahl gepreifsten Kolben sind mit drei schmalen Dichtungsringen versehen. Die Kolbenstange ist durchgehend und wird vorne durch das bereits erwähnte Traglager, hinten durch den zweischienigen Kreuzkopf aus Stahlgufs getragen. Letzterer ist mit Gleitschuhen aus Phosphorbronze ausgestattet und ohne Änderung für verschiedene andere Lokomotivreihen wendet werden.

Treib- und Kuppelstangen. Die meisten Ei teile der Stangen sind ähnlich jenen der Reihen 378 und ausgebildet. Wie bei diesen beiden Reihen erhielten auch alle Stangenlager Filzeinlagen. Da die Stangenlager für Kurbelzapfen der ersten und der zweiten Kuppelachse Au lager ohne Nachstellbarkeit sind, erhielt das Stangenlage den Treibzapfen doppelte Keilnachstellung, so dafs die Sta länge beim Nachsetzen der Achslagerführungskeile stet Einklang mit dem Achsstande gebracht werden kann.

Radsätze und Achslager. Alle Radsterne sind Stahlgufs als Speichenräder erzeugt. Die Achslagergehäuse die Unterlager bestehen aus dem gleichen Baustoff. An di Bronze hergestellten Oberlager schliefsen die Schmierleitu der Achslagerschmierpresse mittels einfacher Verschraubu an. Das Schmieröl wird also dem Lagerlauf direkt unter D zugeführt. Aufser dieser Prefsschmierung ist noch eine schmierung aus den Ölbehältern der Achslagergehäuse vorgese die aber nur bei Bruch einer Prefsleitung benützt wird. Schmierpresse wird eine solche der Bauart Friedmann verwe Die Österreichischen Bundesbahnen haben derartige Schmieru bereits auf einer gröfseren Anzahl von Lokomotiven schiedensten Verwendungszweckes seit Jahren mit bestem Er im Betrieb, so dafs es naheliegend war, Prefsschmierung die Achslager auch bei den neuen, mit grofsen Drehza arbeitenden Lokomotiven in Anwendung zu bringen. Die U lager sind mit federnden Schmierpolstern ausgestattet werden um Ölverluste möglichst zu vermeiden, mittels D schrauben gegen die Oberlager gepreifst.

Federgehänge. Der Lokomotivrahmen liegt in Stützebenen und einem Punkte auf den Achsen auf. Um für den Stehkessel, den Aschenkasten und den Luftbeh der Druckluftbremse zu schaffen, wurden die Federn de kuppelten Achsen unter die Lager gelegt. Das Federgeh der rückwärtigen Laufachse trägt mittelst Querausgleichhe

Wasser- und Kohlenkasten. Zur Unterbringun Wasservorrates von 11 m^3 waren drei untereinander verbun Wasserkasten nötig. Die beiden seitlichen vor dem Fü hause liegenden Kasten sind vollständig geschweifst. Der wärtige unter dem Kohlenraum befindliche Wasserbehälte genietet. Das gleiche gilt auch für den Kohlenkasten, der Führerhaus aus durch drei Kohlenschieber und eine g zweiflügelige Klappe in der Führerhausrückwand zugänglic

Führerhaus. Der abhebbare Oberteil des Führerh wurde so geräumig als möglich gehalten. Für gute Lü ist durch einen Lüftungsaufsatz am Dache, sowie durch Lüft klappen in der Vorderwand gesorgt.

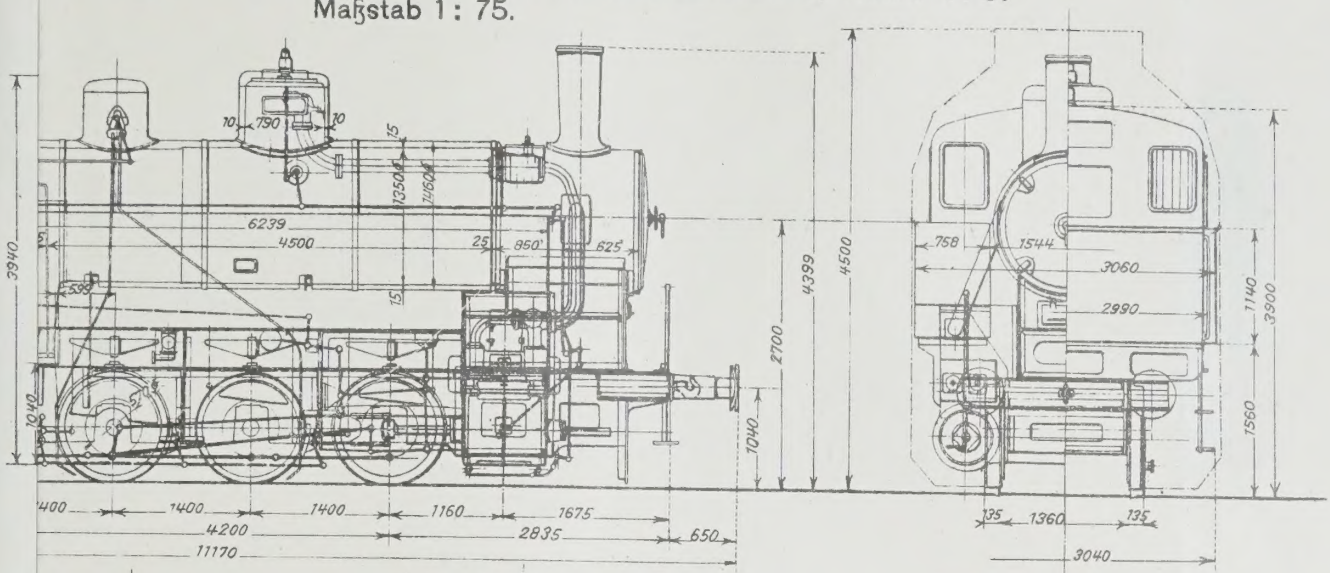
Bremse. Die neuen Lokomotiven haben Schnell- Fernpersonenzüge zu befördern, die auf Reichsbahngebiet auch auf das Gebiet der ungarischen Staatsbahnen überg Diese Züge bestehen meist aus Kurswagen, welche mit Va und mit Luftdruckbremse ausgerüstet sind, aber auf dem grö Teil ihrer Reise nur mit Druckluft gebremst werden. Um den Übergang in den Grenzbahnhöfen zu vereinfachen, schlofs sich die Bundesbahnverwaltung dazu, derartige auch über österreichisches Gebiet mit Druckluftbremse zu fü Es erhielten daher alle Lokomotiven aufser der Vakuumb einrichtung vollständige Druckluftbremseinrichtungen B Knorr zur Bremsung der Wagenzüge. Die Lokomotiven s werden durch Vakuumbremse und eine Handbremse, welch die drei gekuppelten Achsen wirken, gebremst.

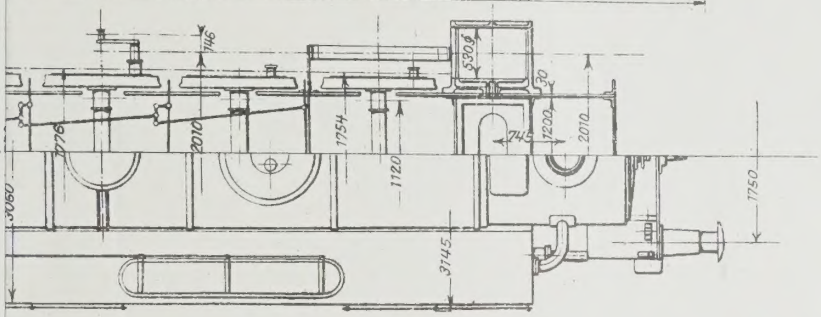
Armatur und Nebenapparate. Die gesamte K armatur entspricht der Norm der Österreichischen Bundesba Jeder Kessel ist mit einem Abschlammschieber der B Friedmann ausgerüstet. Die Kesselspeisung besorgen zwei

en in den Jahren 1926 und 1927.

Zwillings-Heißdampf-Tender-Verschiebelokomotive, Reihe 478.

Maßstab 1 : 75.



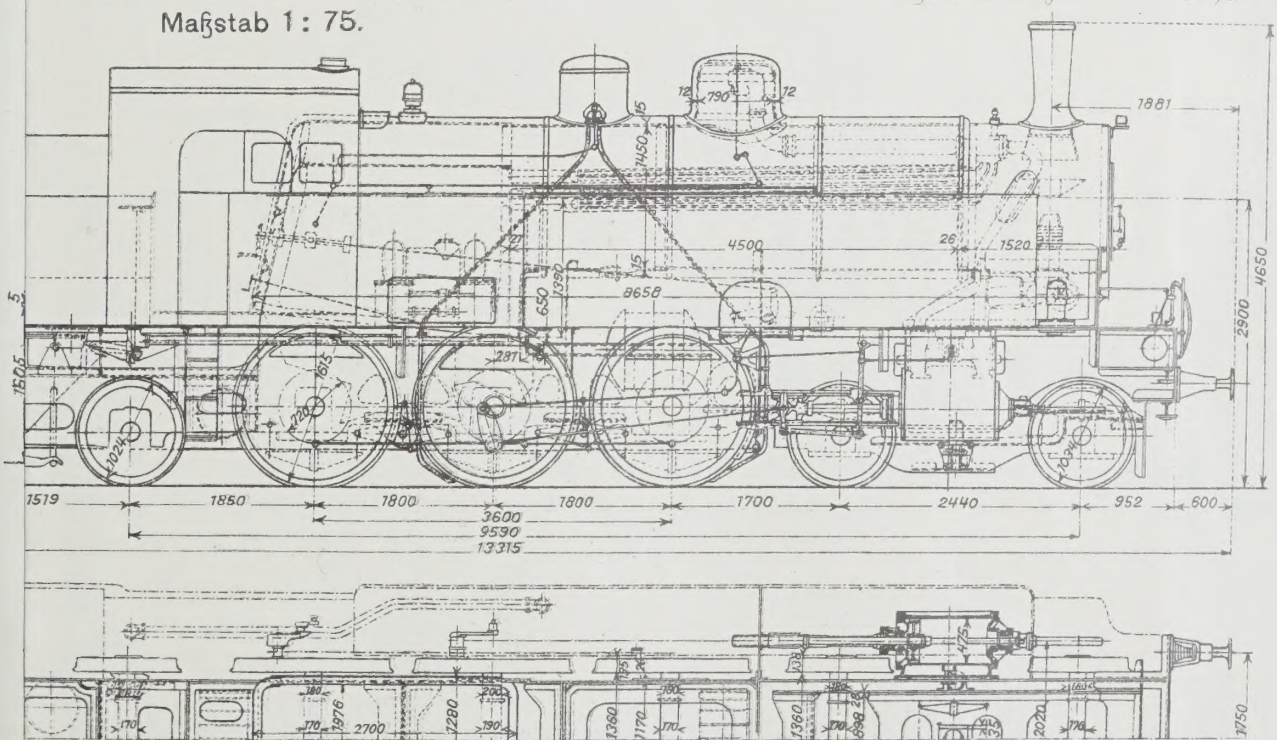


Rostfläche	2,0 m²
Überhitzer-Heizfläche feuerb.	30,0 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	120,6 m²
Dampfspannung	14 at
Treibrad-Durchmesser	1140 mm
Zylinder-Durchmesser	530 mm
Kolbenhub	570 mm
Dienstgewicht	64,0 t
Reibungsgewicht	64,0 t
Wasservorrat	10 m³
Kohlenvorrat	3 m³
Größte Geschwindigkeit	50 km/Std.

leißdampf-Personenzug-Tenderlokomotive, Reihe 629

uchröhren-Überhitzer. Bauart Schmidt.

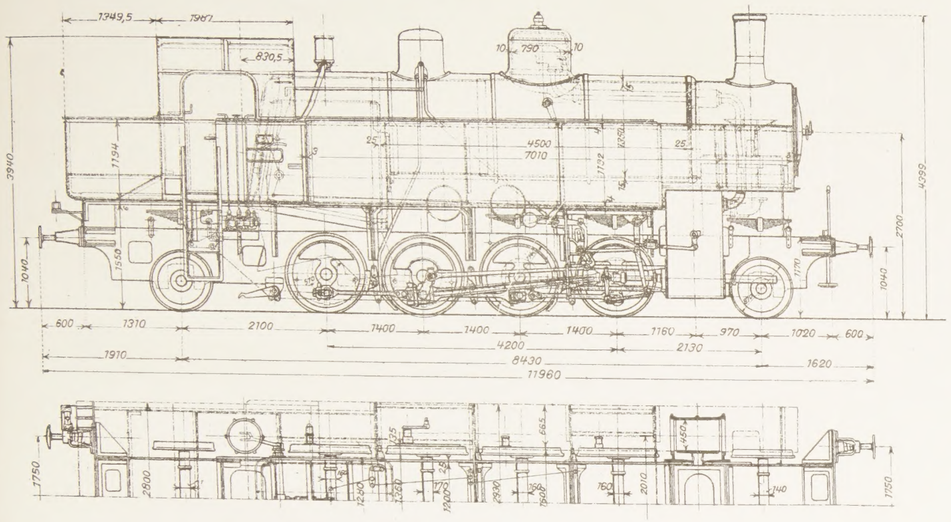
Maßstab 1 : 75.



Zum Aufsatz: Lokomotiv-Neubau und Lokomotiv-Umbau bei den Österreichischen Bundesbahnen in den Jahren 1926 und 1927.

Abb. 1. 1D1 Heißdampf-Tenderlokomotive, Reihe 378.

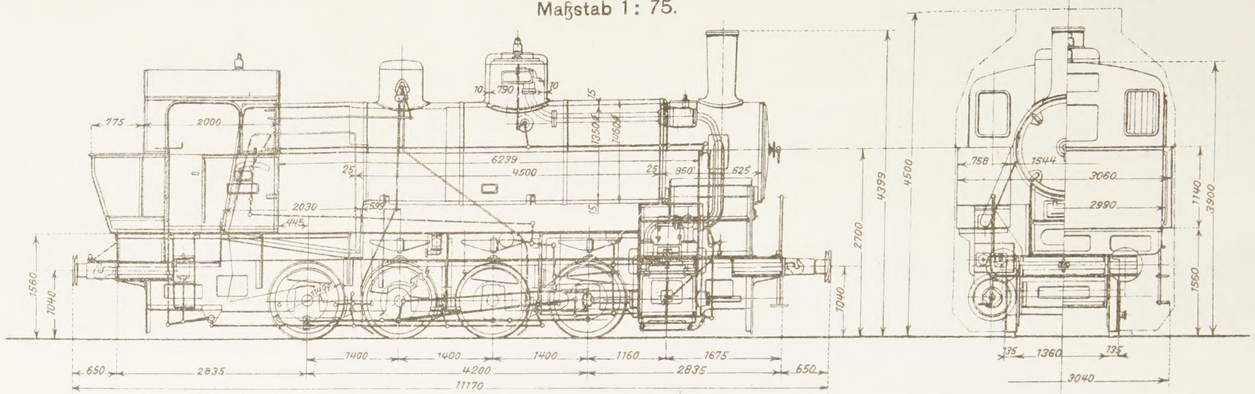
Maßstab 1 : 75.



Rostfläche	2,3 m²
Überhitzer-Heizfläche feuerb.	300 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	120,6 m²
Dampfspannung	14 at
Treibrad-Durchmesser	1140 mm
Zylinder-Durchmesser	450 mm
Kolbenhub	570 mm
Dienstgewicht	66 t
Reibungsgewicht	44 t
Größte Geschwindigkeit	50 km/Std.

Abb. 2. D Zwillings-Heißdampf-Tender-Verschiebelokomotive, Reihe 478.

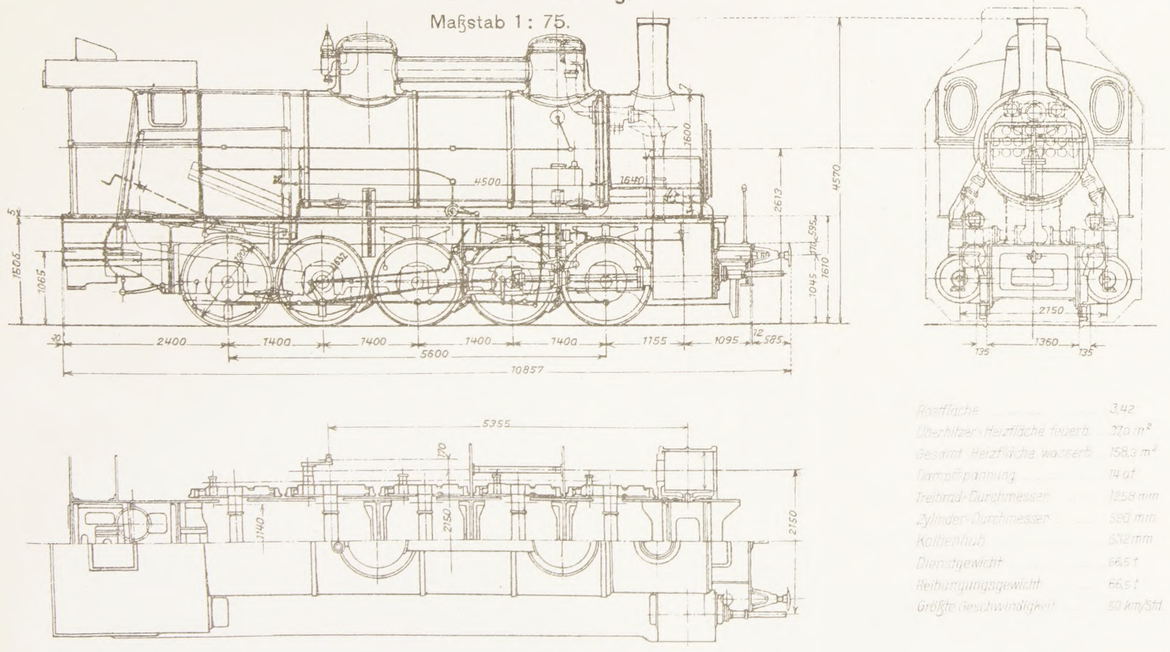
Maßstab 1 : 75.



Rostfläche	2,0 m²
Überhitzer-Heizfläche feuerb.	30,0 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	120,6 m²
Dampfspannung	14 at
Treibrad-Durchmesser	1140 mm
Zylinder-Durchmesser	530 mm
Kolbenhub	570 mm
Dienstgewicht	84,0 t
Reibungsgewicht	64,0 t
Wasservorrat	10 m³
Kohlenvorrat	3 m³
Größte Geschwindigkeit	50 km/Std.

Abb. 3. E Zweizylinder-Zwillings-Heißdampf-Güterzuglokomotive, Reihe 680, mit Lentz-Ventilsteuerung.

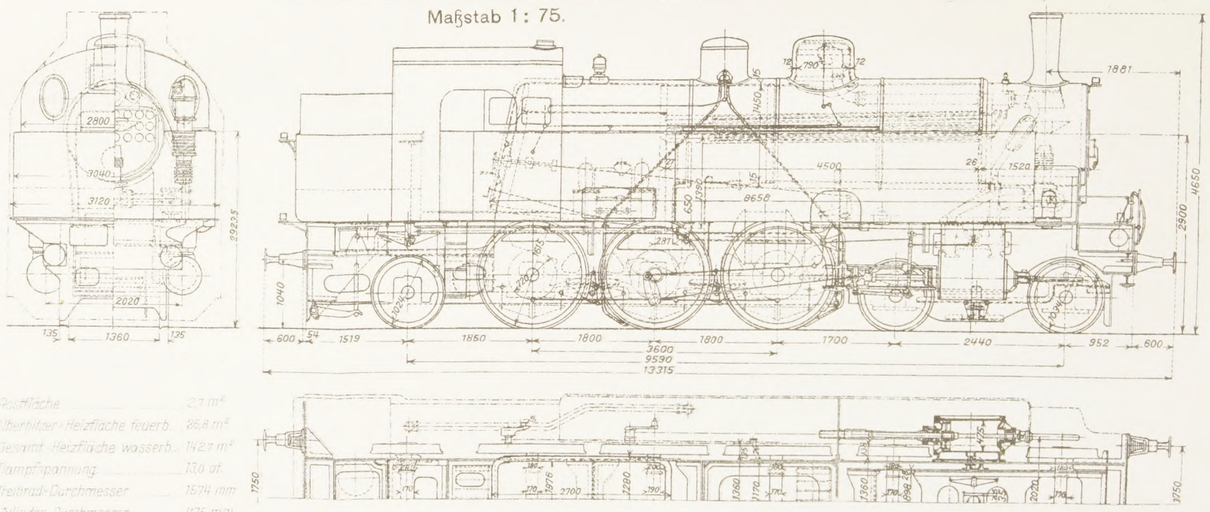
Maßstab 1 : 75.



Rostfläche	3,42
Überhitzer-Heizfläche feuerb.	321,0 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	158,3 m²
Dampfspannung	14 at
Treibrad-Durchmesser	1258 mm
Zylinder-Durchmesser	580 mm
Kolbenhub	532 mm
Dienstgewicht	66,5 t
Reibungsgewicht	66,5 t
Größte Geschwindigkeit	50 km/Std.

Abb. 4. 2 C 1 Zwillings-Heißdampf-Personenzug-Tenderlokomotive, Reihe 629 mit Rauchröhren-Überhitzer. Bauart Schmidt.

Maßstab 1 : 75.

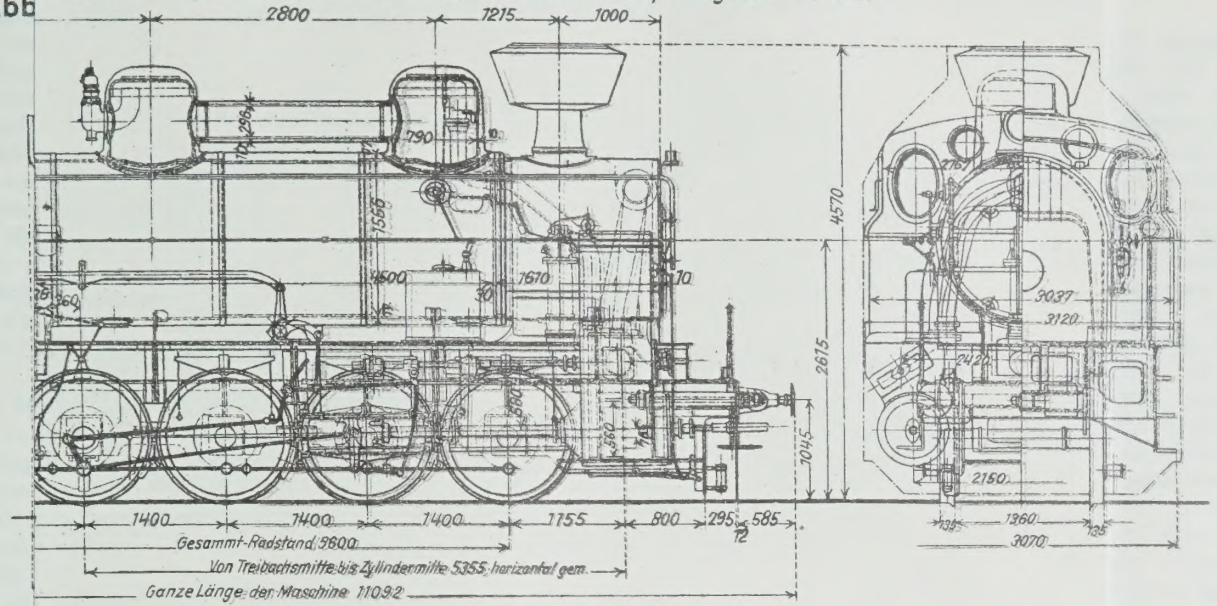


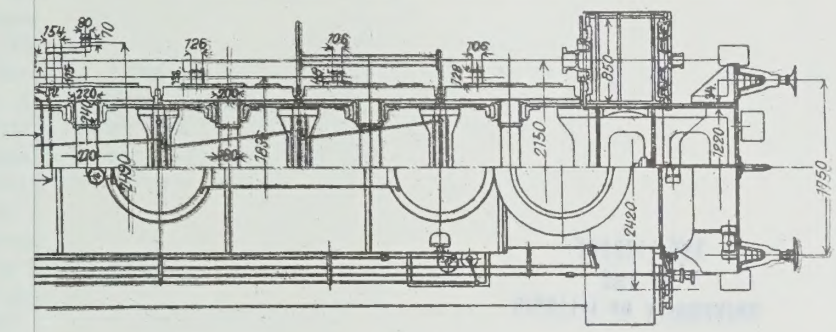
Rostfläche	2,7 m²
Überhitzer-Heizfläche feuerb.	268,8 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	142,7 m²
Dampfspannung	13,0 at
Treibrad-Durchmesser	1674 mm
Zylinder-Durchmesser	475 mm
Kolbenhub	720 mm
Dienstgewicht	83,8 t
Reibungsgewicht	45,0 t
Wasservorrat	11,0 m³
Kohlenvorrat	5,0 t
Größte Geschwindigkeit	85 km/Std.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

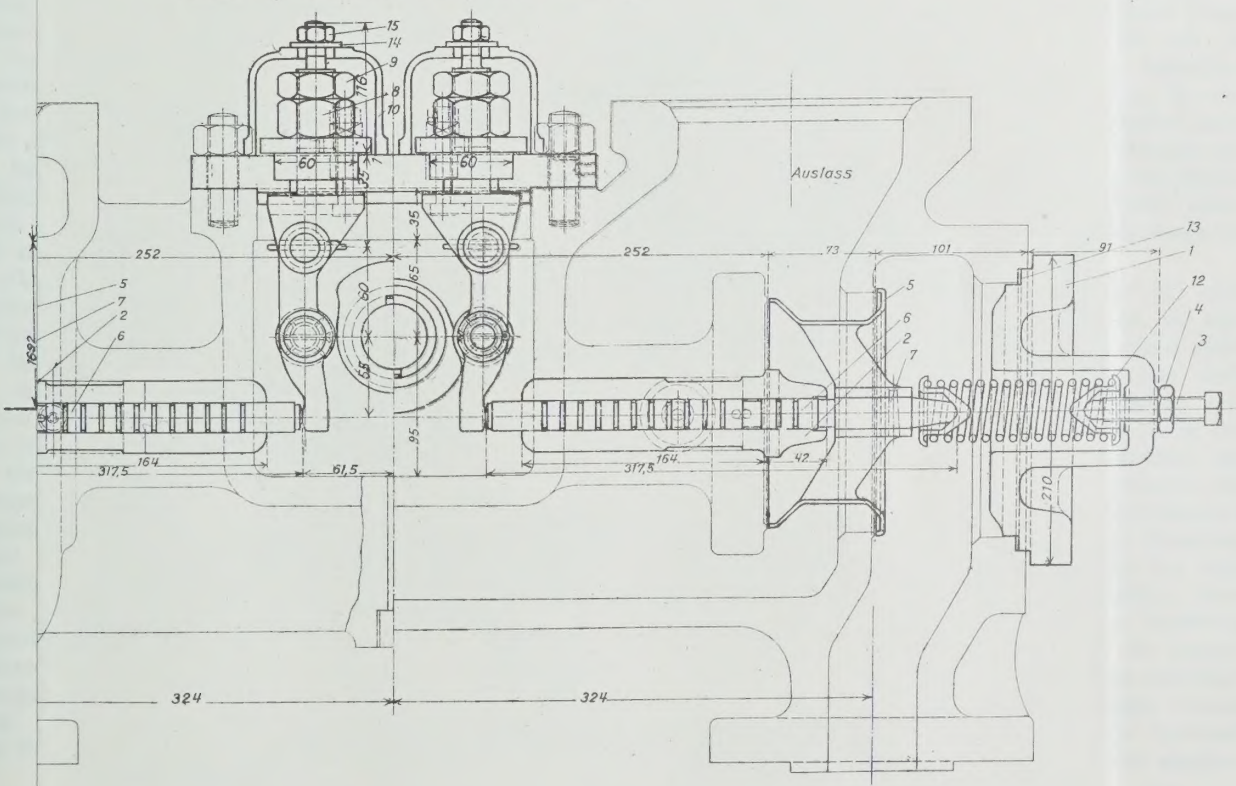
Abb Verbund - Güterzuglokomotive, Reihe 180, Maßstab 1 : 75.





Rostfläche	3,42 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	202,10 m²
Dampfspannung	14 at
Treibrad-Durchmesser	1258 mm
Zylinder-Durchmesser	HD 560 mm², ND 850 mm
Kolbenhub	632 mm
Dienstgewicht	66,5 t
Reibungsgewicht	66,5 t

Abb. 4. Jnnere Ventilsteuerung.



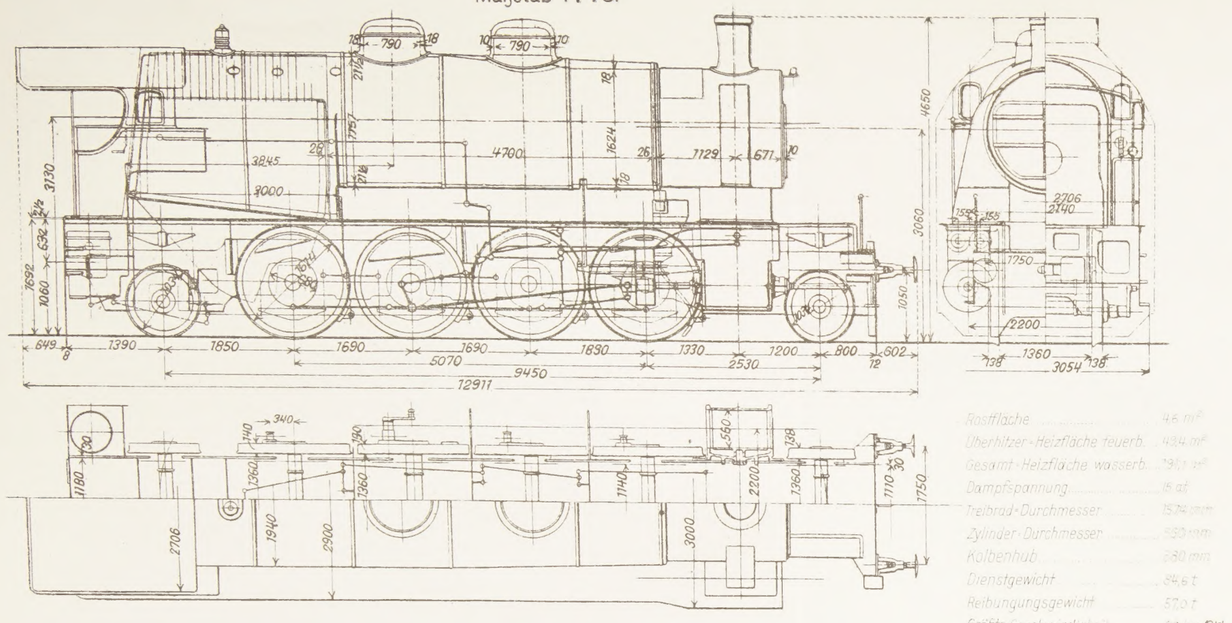
C. W. Kreidel's Verlag, München.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Zum Aufsatz: Lokomotiv-Neubau und Lokomotiv-Umbau bei den Österreichischen Bundesbahnen in den Jahren 1926 und 1927.

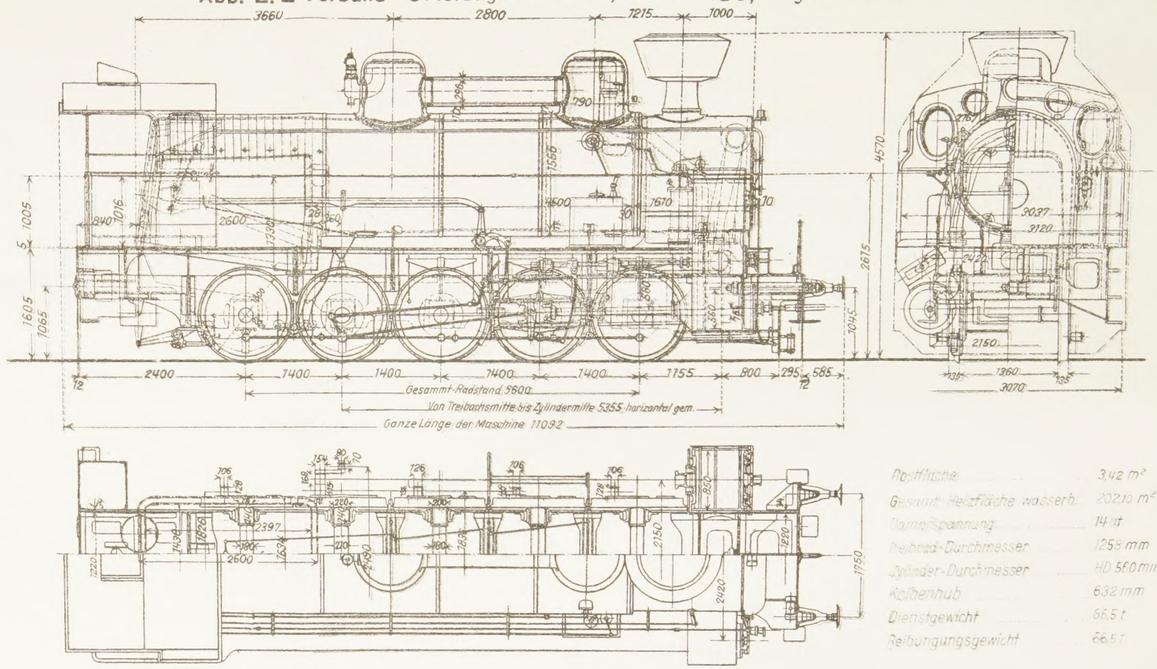
1927, Taf. 43.

Abb. 1. 1 D 1 Zweizylinder-Zwillings-Heißdampf-Schnellzuglokomotive. Reihe 670, mit Lentz-Ventilsteuerung.
Maßstab 1 : 75.



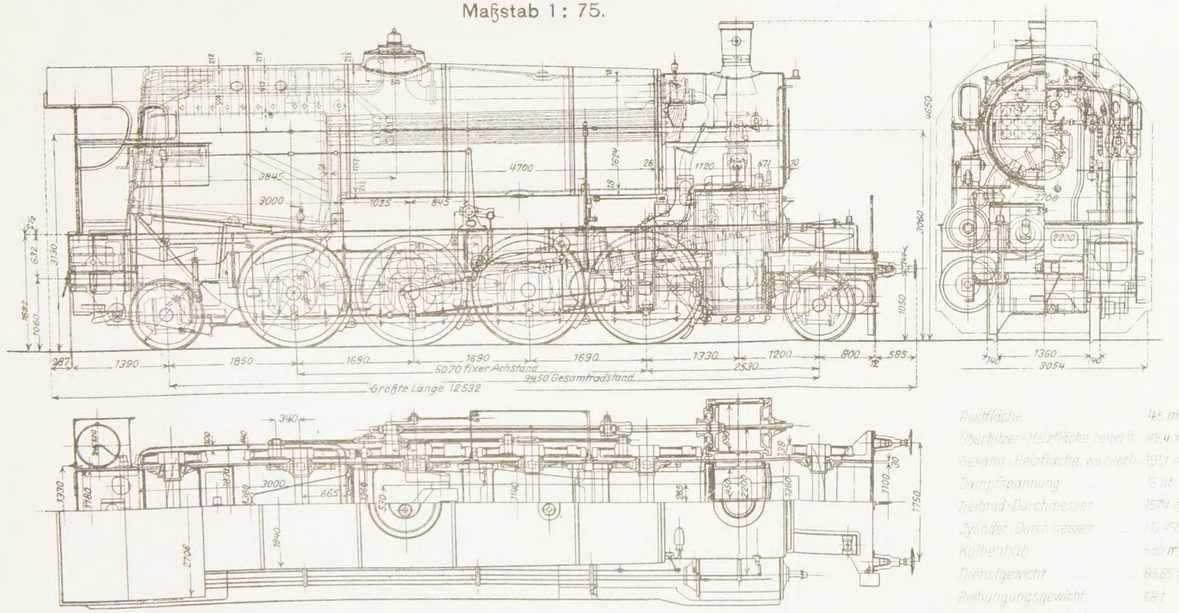
Rostfläche	4,6 m²
Überhitzer-Heizfläche feuerb.	134 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	190,1 m²
Dampfspannung	16 at
Treibrad-Durchmesser	1574 mm
Zylinder-Durchmesser	650 mm
Kolbenhub	680 mm
Dienstgewicht	84,6 t
Reibungsgewicht	57,0 t
Größte Geschwindigkeit	90 km/Std

Abb. 2. E Verbund-Güterzuglokomotive, Reihe 180, Maßstab 1 : 75.



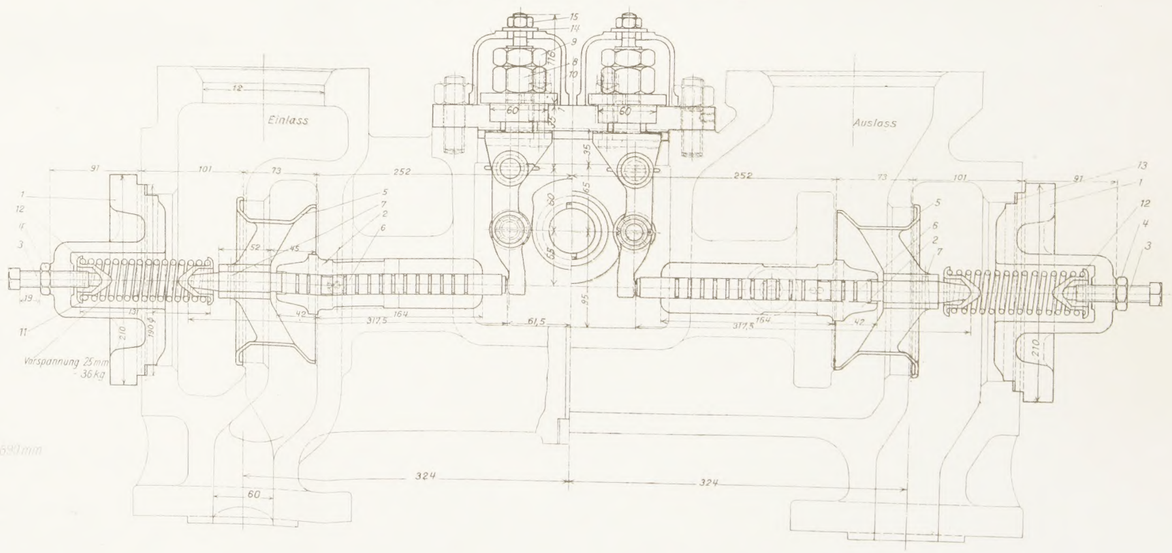
Rostfläche	3,42 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	202,10 m²
Dampfspannung	14 at
Treibrad-Durchmesser	1258 mm
Zylinder-Durchmesser	HD 560 mm², ND 850 mm
Kolbenhub	632 mm
Dienstgewicht	66,5 t
Reibungsgewicht	66,5 t

Abb. 3. 1 D 1 Heißdampf-Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive, Reihe 470.
Maßstab 1 : 75.



Rostfläche	4,5 m²
Überhitzer-Heizfläche feuerb.	45,4 m²
Gesamt-Heizfläche wasserb.	193 m²
Dampfspannung	15 at
Treibrad-Durchmesser	1574 mm
Zylinder-Durchmesser	HD 450, ND 690 mm
Kolbenhub	680 mm
Dienstgewicht	86,85 t
Reibungsgewicht	58 t
Größte Geschwindigkeit	80 km/Std.

Abb. 4. Jnnere Ventilsteuerung.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

ende Friedmann-Strahlpumpen und ein Dabeg-Vorwärmer. terer ist vor dem Heizerstande aufgestellt und erhält seinen rieb von einer kleinen Gegenkurbel der letzten Kuppelachse. Speiseventile am Kessel für die Strahlpumpen und den värmer sind getrennt angeordnet. Wie bei den Lokalbahnmotiven wurde auch hier die Dampfheizung ohne Druckerventil und nur mit Sicherheitsventil ausgeführt. Alle motiven erhielten schreibende Hausshälter-Geschwindigkeitser. Am Heizerstande befindet sich die Achslagerschmierse, welche gemeinsam mit der Zylinderschmierpresse von letzten Kuppelachse aus angetrieben wird.

Ventil- und Zylinderschmierung. Diese Schmierung vollkommen gleich der der Lokalbahnlokomotive ausgeführt.

Austauschbau und Lokomotivumbau.

Austauschbau. Um einen wirtschaftlichen Austauschbau Ausbesserungen an den beschriebenen Lokomotiven durchen zu können, war es nötig, alle Teile genau nach Kaliber Lehren auszuführen. Den Herstellungen waren die Toleranzchriften und Normen der Österreichischen Bundesbahnen unde gelegt. Trotzdem es sich bei dieser Lokomotivellung um die ersten nach den Regeln des Austauschbaues uten Lokomotiven handelt, wurden doch die österreichischen riken den Forderungen des Austauschbaues in jeder Weise cht, was ihrer Organisation und ihrer Leistungsfähigkeit glänzendes Zeugnis ausstellt.

Lokomotivumbau. Bei der Lokomotivaufteilung unter Nachfolgestaaten fielen den Österreichischen Bundesbahnen grofse Zahl schwerer E-Gebirgs-Nafsdampf-Verbundlokoven zu. Es sind dies die ersten von Sektionschef Dr. Ing. dorf gebauten, in der Literatur wiederholt behandelten, fünfgekuppelten Lokomotiven, welche die Reihenbezeichnung 180 lten. Die ersten dieser Lokomotiven wurden in den Jahren und 1901 geliefert und leisteten seit dieser Zeit vorche Dienste. Später, als man allgemein zum Heifsdampf ging, kamen solche Lokomotiven nicht mehr zur Nachllung, sondern es wurden zunächst Heifsdampf-Verbundspäter Heifsdampf-Zwillingsmaschinen der gleichen Achsbeschafft, welche die Reihenbezeichnung 80 erhielten. lie letzteren Lokomotiven bald in der Mehrzahl waren, es naheliegend, die Nafsdampflokomotiven, welche sich in Radsätzen und im Gestänge von den Heifsdampflokomotiven unterscheiden, auf Heifsdampf-Zwillingslokomotiven umien. In Betracht kamen in erster Linie jene Maschinen, welchen die Stehkessel und die Zylinder ersatzbedürftig n. Man baute nun die gleichen Stehkessel und die ien Überhitzer wie bei den Heifsdampflokomotiven ein ersetzte die Dampfzylinder durch Zwillingszylinder mit lsteuerung und aufgesetzten Ventilkasten. Sowohl Zylinder uch Ventilkasten samt innerer Steuerung sind für die e und linke Maschinenseite gleich ausgebildet und verhbar. Sie sind ohne Änderung für alle Zwillingslokomotiven rwenden. Mit der so umgebauten Lokomotive, die Abb. 3, 42 zeigt, und einer gut ausgebesserten Maschine alter t nach Abb. 2, Taf. 43 wurden zahlreiche Vergleichsn in der Strecke Gloggnitz—Semmering—Mürzzuschlag nommen, der Kohlenverbrauch für die Zughaken-Pferdetunde festgestellt und auf die jeweilige Leistung bezogen. rde eine mittlere Kohlenersparnis der Heifsdampf-Zwillingsnotiven mit Ventilsteuerung gegenüber den Nafsdampfndlokomotiven mit Flachschiebersteuerung von 27 % erzielt. auerbetriebe bewähren sich die umgebauten Lokomotiven gut und sind in bezug auf Brennstoffverbrauch auch den eifsdampfmaschinen gebauten Lokomotiven der Reihe 80 der günstigeren Kesselabmessungen bedeutend überlegen. Aufser den Lokomotiven dieser alten Lokomotivreihe, noch der Umbau von verhältnismäfsig jungen 1D1-Heifsdampf-Vierzylinder-Verbundlokomotiven in Angriff genommen. Dabei handelt es sich um Lokomotivreihe 470 die erstmalig im Jahre 1914 gebaut wurde und im Jahre 1918 zur Nachbestellung gelangte. Der Grund für den Umbau dieser in verschiedenen Aufsätzen und Zeitschriften wiederholt beschriebenen Lokomotive, waren die hohen Instandhaltungskosten des Vierzylindertriebwerks. Die Lokomotiven kamen nämlich aufsschliefslich auf sehr kurvenreichen Hügellandstrecken in Verwendung und mufsten dabei, trotz ihrer verhältnismäfsig kleinen Treib- und Kuppelräder von 1574 mm Durchmesser, mit einer Dauergeschwindigkeit von 80 km/Std fahren. Dieser hohen Beanspruchung war weder das innere Triebwerk, noch die Steuerung gewachsen, so dafs die Lokomotiven nur bei sorgfältigster Instandhaltung verläfslich Dienst leisten konnten. Man entschlofs sich daher, das Vierzylinder-Verbundtriebwerk zu verlassen und auf Zwillingstriebwerk unter gleichzeitiger Anwendung der Lentz-Ventilsteuerung nach Bundesbahnbauart überzugehen. Die umgebaute Lokomotive mit der Reihenbezeichnung 670 zeigt Abb. 1, Taf. 43. Der Kessel samt dem Überhitzer bleibt beim Umbau vollständig unberührt. Geändert gegenüber der alten, auf Abb. 3, Taf. 43 dargestellten Bauart, wurden nur der Rahmen, die Zylinder, samt Steuerung und der Treibradsatz. An Stelle der innen gelagert gewesenen Hochdruckzylinder, wurden zwischen die beiden Hauptrahmenplatten kräftige Blechversteifungen und Winkelrahmen eingebaut. Auf den so enstandenen Blechkasten setzte man den gufseisernen Rauchkammersattel. Die Zylinder wurden wieder rechts und links vertauschbar ausgebildet, desgleichen die Ventilkasten. Der mit drei schmalen Dichtungsringen ausgestattete Kolben wird hinten durch einen einschienigen Kreuzkopf nach Bauart der Deutschen Reichsbahn und vorne durch ein Traglager, nach der bei den Neubaulokomotiven mehrmals erwähnten Ausführung getragen. Als Treibstangen konnten die vorhandenen Niederdruck-Treibstangen belassen werden. Der spurkranzlose Treibradsatz mit Kropfachse mufste durch einen solchen mit gerader Achse und versetzten Gegengewichten ausgewechselt werden. Geringfügige Änderungen waren auch an der äufseren Steuerung nötig. Die Treibachslager wurden erneuert und in üblicher Weise ausgebildet. Bei dieser Gelegenheit erhielten die Umbaulokomotiven Achslagerprefsschmierung nach Bauart Friedmann. Zahlreiche Probe- und Versuchsfahrten mit den ersten beiden Umbaulokomotiven, erwiesen deren bedeutende Überlegenheit über die Vierzylinder-Verbundbauart. Es wird Sache eines künftigen Aufsatzes sein, auf diese Fahrten näher einzugehen. Jedenfalls war der Erfolg bei den Versuchen und auch im späteren Betriebe ein derartiger, dafs sich die Bundesbahnverwaltung entschlofs, bereits im kommenden Jahre, alle Lokomotiven der Reihe 470 auf Zwillingsmaschinen umzubauen.

Wie aus den vorstehenden Zeilen zu ersehen ist, sucht die Bundesbahnverwaltung ihren Lokomotivbetrieb so wirtschaftlich als möglich zu gestalten. Zur Erreichung dieses Zieles hat sie den einzig richtigen Weg eingeschlagen, der darin besteht, unwirtschaftliche Kohlen- und Erhaltungkosten verschlingende Lokomotiven, ohne Rücksicht auf ihr Alter entweder durch Abbruch oder durch Umbau auszumerzen und den Abgang an derartigen Maschinen durch entsprechenden Bau von Lokomotiven, die nach den neuesten Betriebserfahrungen entworfen werden, zu decken. Dafs dabei Überhitzung, Steuerung und Vorwärmung eine wichtige Rolle spielen, ist bei dem heutigen Stand der Lokomotivtechnik selbstverständlich. Doch zeigt auch der zuletzt angeführte Umbau einer modernen Lokomotive, dafs nicht nur die thermischen und die Dampfverteilungsverhältnisse für einen weitgehenden Umbau ausschlaggebend sein können, sondern, dafs auch Verhältnisse, welche durch den rein mechanischen Teil des Triebwerks bestimmt werden, einen solchen Umbau in kurzer Zeit bezahlt machen.

Neuerungen im Waggon- und Triebfahrzeugbau.

Von Ministerialrat Ing. **Engels**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Während sich das Eisenbahnwesen bis zum Weltkriege mit einer ziemlichen Stetigkeit unter konservativem Festhalten an fast unverrückbaren Erkenntnissen weiter entwickelte, erfordert die Nachkriegszeit eine teilweise Umstellung auf jene Ideen, die durch den Krieg und während des Krieges besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika ihre Förderung fanden. Menschenmangel und plötzlich einsetzender Riesenbedarf reiften dort Anschauungen über Erhaltung und Betrieb, denen sich wohl keine Eisenbahnverwaltung der Welt dauernd vollkommen verschliefsen kann, aber deren kritiklose Übernahme besonders für Europa mit seinem verhältnismäfsigen Menschenüberschufs, seiner Verarmung und der dadurch bedingten Verteuerung des Geldes nicht immer den anzustrebenden Zweck vollkommen erreichen liefs. Besonders grofszügigen Vereinheitlichungen stehen auch oft die kleinlicheren Wirtschaftsverhältnisse und der durch die historische Entwicklung bedingte Drang des Europäers nach Individualisierung entgegen. Zweifelsohne müssen jedoch beim Fahrzeugbau einer grofsen Bahnverwaltung alle Grundsätze die auf Vereinheitlichung und alle Mafsnahmen die auf eine Rationalisierung des Betriebes abzielen, in möglichst weitgehendem Mafse Anwendung finden. Eine der wichtigsten Grundlagen für die Vereinheitlichung, bilden die Arbeiten der Internationalen Verbänden und besonders des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, weil in seinem Gebiete durch jahrzehntelange Arbeit bereits eine weitgehende Gleichartigkeit, besonders im Wagenbau angestrebt und erreicht wurde, so dafs es nun möglich ist, Vereinheitlichungen im weitestgehendem Mafse über die Grenzen einzelner Bahnverwaltungen hinaus vorzunehmen. Aufser der Teilnahme an laufenden Arbeiten des Vereins hatten die Österreichischen Bundesbahnen die Führung bei der Festlegung der Pafsflächen zweiteiliger Bremsklötze (Abb. 1) und des Kupplungskopfes zweiteiliger Dampfheizkupplungen (Abb. 2).

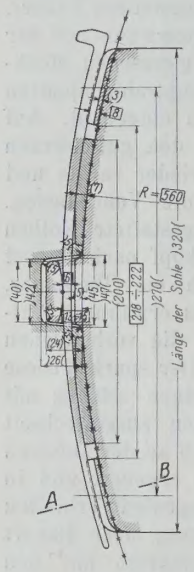


Abb. 1.

Besonders für unser Land mit den vielen Steilrampen ist die Einführung einer für ganz Europa einheitlichen auswechselbaren Bremsklotzsohle von gröfster Bedeutung, da man verhältnismäfsig selten in der Lage war, einen abgenützten Bremsklotz aus dem vorhandenen Vorrat zu ersetzen, da in Europa über 500 verschiedene Bauformen in Verwendung stehen. Wegen der grofsen Wirtschaftlichkeit haben die Österreichischen Bundesbahnen den zweiteiligen Bremsklotz bereits seit beiläufig 15 Jahren in gröfserem Umfange eingeführt.

Der Kupplungskopf des zweiteiligen Heizschlauches ist im Wesen die Klauenkupplung der Vakuumbremse mit einem Verriegelungshaken. Dieser Kopf wurde das erste Mal von den ehemaligen k. k. Österreichischen Staatsbahnen dem damit befafsten Unterausschufs in seiner Tagung in Gmunden im Jahre 1913 vorgeführt. Die Kautschukschläuche entsprechen besonders wegen Platzens und Abblätterns im Innern und Verlegens des Querschnittes nicht mehr den gestellten Anforderungen. Wegen ihres gröfseren Gewichtes konnte man erst nach Festlegung des Kupplungskopfes an die Verwendung metallener zweiteiliger Heizkupplungen schreiten. Es wurden nunmehr von der Firma A. Friedmann in Wien solche Kupplungen gebaut (Abb. 3), die sich durch besondere Dichtheit, verhältnismäfsig geringes Gewicht und Gelenkigkeit auszeichnen. Die Abschlufsvorrichtung an die die Kupplung angeschlossen ist, wurde als Kugelschieber mit der gleichen Hartgum dichtung wie in den Gelenken der Kupplung, ausgebil Die Ausrüstung des Wagenparkes mit diesen Einrichtun wird im laufenden Jahre in gröfserem Umfange begon

Im Personenwagenbau wurde die Holzkonstruktion Kastens verlassen und zum Eisengerippe übergegangen.

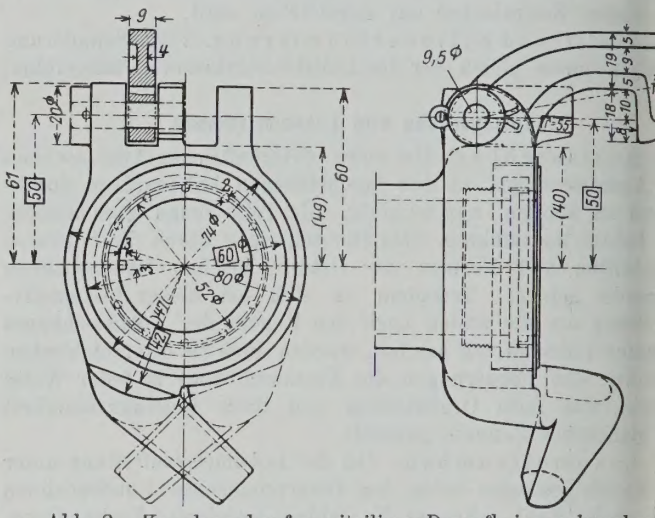


Abb. 2. Kupplungskopf zweiteiliger Dampfheizungskupplun

der Erwägung ausgehend, dafs auch das Dach in seiner ton förmigen Gestaltung dem Wagen Festigkeit verleiht, w dieses vom Anfang an aus 2 mm starkem Eisenblech he stellt, wodurch die übrigen tragenden Teile entlastet wer

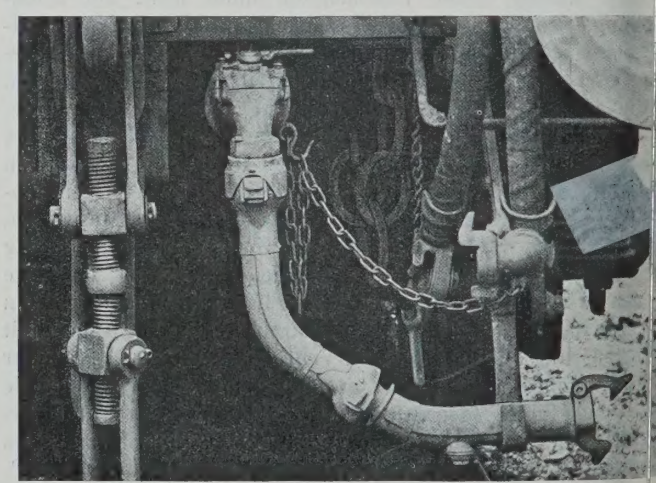


Abb. 3. Zweiteilige Heizkupplungen der Firma A. Friedmann, V

Der erste vierachsige D-Zugwagen, der der Reihe BCa angeh war um etwa eine Tonne leichter als Holzwagen gleicher R und wog 37000 kg (Abb. 4 und 5) während die zweiachs Wagen im Gewicht unverändert blieben.

Die Innenaustattung der Fernzugwagen soll den neu lichen Erfordernissen angepafst werden. Es wurde zu di Zwecke ein namhafter Künstler mit der Ausarbeitung Entwürfen betraut, die in nächster Zeit zur Probeausfüh gelangen werden.

Der Güterwagenpark der Österreichischen Bundesbal bedarf wegen der grofsen Anzahl ausmusterungsreifer W

ner zielbewufsten Erneuerung. Die zu beschaffenden Wagen erden bereits den Grundzügen des Austauschbaues entsprechen.

Die Normung, die in steter Fühlungnahme mit der dustrie erfolgt, ist soweit fortgeschritten, dafs bereits Muster- agen der Reihe Olr bestellt werden konnten. Vor Eintreten die Massenbeschaffung soll den beteiligten Stellen des Be- iebes und der Erhaltung Gelegenheit geboten erden, an den fertigen Wagen Kritik zu üben, mit möglichst alle berechtigten Wünsche berück- chtigt werden können.

Mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Ein- hrung einer durchgehenden Güterzugbremse und r Verwendung von Wagen auf Abrollbahnhöfen winnt die Pufferfrage eine besondere Bedeutung. egen der Erhaltung scheint der Hülsenpuffer ohl jetzt allgemein als vorteilhaft anerkannt zu n, weshalb er auch bei unseren neuen Wagen rwendung findet. Dafs eine mindestens 16 t der, womöglich mit Kraftverzehrung anzustreben , kann ebenfalls als Selbstverständlichkeit an- nommen werden. Ob aber z. B. die Ringfeder ein infolge ihrer Steifheit zweckmäfsig verwendet rden kann, ist besonders für krümmungsreiche recken fraglich. Eine vorgeschaltete Schnecken- der verringert wohl die Zugwiderstände, verteuert er die Einrichtung wesentlich und beläfst bei den kannten Bauarten einen Teil des Pufferspieles ohne aftverzehrung.

Ein Gebiet, das wegen der grofsen in Frage mmenden Stückzahl derzeit Unternehmer und Er- der und wegen Heifslaufen und Ölverbrauch die senbahningenieure aufserordentlich beschäftigt, ist Gestaltung des Lagers und der Lagerschmierung. ohl die gröfste Aufmerksamkeit wurde in letzter it der mechanischen Schmierung zugewendet. Rolle, rderscheibe und Schleuderarme sind hierbei die meisten verwendeten Bestandteile. Es scheint och über keine dieser Schmierungen ein übereinmmendes Urteil vorzuliegen, weshalb bei den neuen agenlagern die bekannte Polsterschmierung bei- halten wurde. Da wohl bei jeder Schmierung das chtigste das Vorhandensein von Öl und das Nicht- handensein von Wasser ist, so bildet der Abschlufs Lagers gegen das Rad den Kernpunkt der zu enden Aufgabe. Auch in dieser Richtung sind rsuche im Gange, doch soll bis zu deren Abschluss gebräuchliche Holz-Filz-Scheibe Verwendung len.

Bei den Personenwagen sind Rollenlager ver- hsweise eingebaut. Infolge des hohen Preises n ein solches Lager nur dann wirtschaftlich sein, n es möglichst viel im Verkehr steht. Dies trifft bei Schnell- wagen, Güterwagen, die in geschlossenen Zügen im Pendel- kehr stehen und bei Trieb- und Strafsenbahnwagen zu. h ist die Zugkraftersparnis in Ländern mit vielen Steil- pen infolge des Überwiegens der Schwerkraftkomponente Verhältnisse zu dem Gesamtaufwande sehr gering. Anstände en sich auch bei Rollenlagern infolge der elektrischen zung ergeben haben. Da der Strom über die Lager in die iene geleitet wird, sollen sich an den Oberflächen der Rollen äden gezeigt haben. Wenn wir diesen Wahrnehmungen h keine wesentliche Bedeutung beimessen, so wurden immer- Versuche in dieser Richtung eingeleitet.

Was die Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse elangt, so dürfte wohl die nächste Zeit auch in dieser Frage uns eine Entscheidung bringen. Die Probegüterwagen lten die Kunze-Knorr-Bremse.

Im Laufe der letzten Jahre wurden verschiedene neuartige Spezialwagen gebaut und zeigt z. B. Abb. 6 einen Tiefgangwagen für die Beförderung hoher Güter und schmalspuriger Lokomotiven.

Da die Führung von reinen Personenzügen auf Lokalbahnen und ähnlich verkehrsschwachen Strecken mit Dampflokomotiven seit jeher nicht die Selbstkosten zu decken imstande war, und

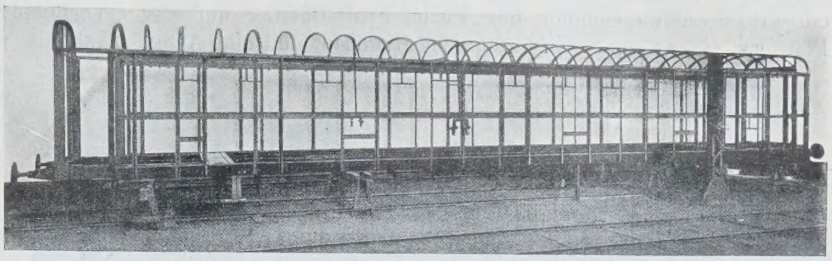


Abb. 4. Gerippe eines vierachsigen D-Zugwagens der Reihe BCa.

Abb. 5. Vierachsiger D-Zugwagen der Reihe BCa.

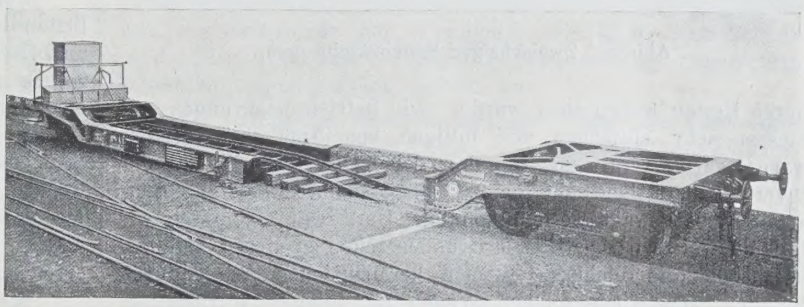


Abb. 6. Tiefgangwagen.

da andererseits der auf gemischte Züge beschränkte Verkehr naturgemäfs derart spärlich und langsam wird, dafs die Personenbeförderung auch für die bescheidensten Bedürfnisse der Bevölkerung nicht genügen kann, werden von der Österreichischen Bundesbahn seit 1922 Versuche mit Verbrennungsmotor-Triebwagen durchgeführt, die durch Ermöglichung einer Verkehrsverdichtung dem Kraftwagenwettbewerb entgegenwirken soll.

Wir geben im folgenden eine kurze Übersicht unserer diesbezüglichen Mafsnahmen; ein eingehender technischer Bericht über die Ergebnisse der umfangreichen Versuche wird nach Abschlufs, seinerzeit vom Fachreferenten Dr. Ing. O. Prinz veröffentlicht werden.

Bei Beginn der Versuche waren an erprobten Bauarten von Benzintriebwagen in Österreich überhaupt keine, in Deutschland die Motorwagen der A. E. G. und der Deutschen Werke Kiel vorhanden.

Vorerst mufste jedoch auf womöglich kostenlose Weise die Betriebsbrauchbarkeit und Sparsamkeit von Benzintriebwagen für die besonderen österreichischen Verhältnisse nachzuweisen getrachtet werden. Da unter den damaligen Verhältnissen die Verwendung der obengenannten, bereits bewährten Bauarten vorläufig nicht zu ermöglichen war, wurde ein Vorversuch unter möglichster Herabdrückung der Unkosten so durchgeführt, dafs ein 60 PS-Lastwagenmotor der Firma Frofs-Büssing auf der Plattform eines alten Stadtbahnwagens eingebaut und eine Achse

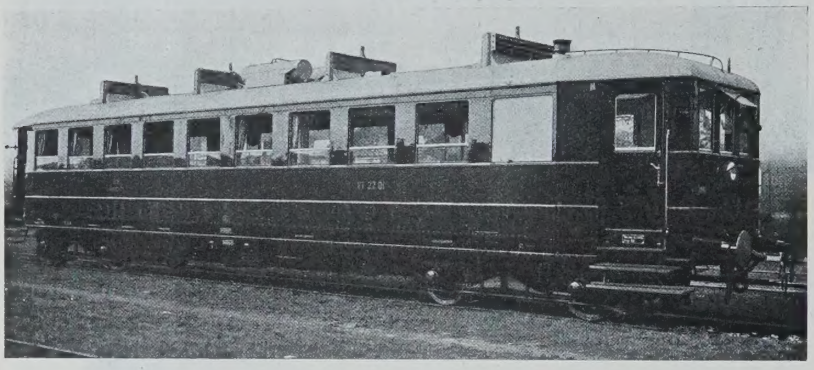


Abb. 7. Vierachsiger Benzintriebwagen.

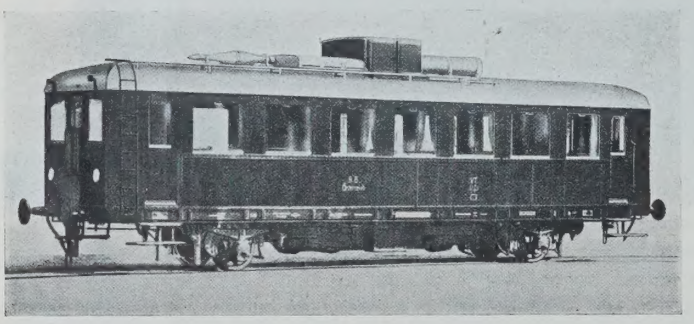


Abb. 8. Zweiachsiger Benzintriebwagen.

durch Ketten angetrieben wurde. Die Betriebserfahrungen mit diesem sehr einfachen und billigen behelfsmäfsigen Motorwagen waren derart günstig, dafs der nächste Schritt mit der Inverwendungnahme der beiden obengenannten fertigen Bauarten wohl gewagt werden konnte. Und zwar trachteten wir teils aus volkswirtschaftlichen Gründen schon zu diesen Anfangsversuchen österreichische Firmen heranzuziehen, um dadurch für den Weiterban solcher Wagen im Inlande vorzusorgen. Für die Bundesbahnen handelte es sich damals mangels zur Verfügung stehender Geldmittel auch darum, womöglich die Versuchsfahrzeuge für einen längeren Probebetrieb kostenlos und unverbindlich zur Verfügung gestellt zu bekommen.

Zur Tragung dieses Risikos für die A. E. G.-Bauart erklärte sich nunmehr die Firma Österreichische Industriewerke Warchalowski, Eifsler & Co. A. G. (Wien XVI) bereit, und stellte zuerst einen alten Versuchswagen der A. E. G., dann einen neugebauten A. E. G.-Wagen für unsere Betriebsversuche auf ihre Kosten zur Verfügung. Auf Grund der günstigen Versuchsergebnisse konnten wir dann den neugebauten Wagen nach kurzer Zeit ankaufen.

Auch die Deutschen Werke, Kiel, folgten dem obigen Beispiel und stellten uns einen Probewagen für längere Zeit zur Verfügung, der sich im Betrieb ebenfalls gut bewährte und angekauft wurde. Seither sind auch die damals zwischen Kiel und der Grazer Waggon- und Maschinenfabriks-A. G. Graz, eingeleiteten Verhandlungen auf Erzeugung dieser Wagen in Österreich dahin zum Abschlufs gekommen, dafs Motor und Getriebe von Kiel bezogen, die wagenbaulichen Arbeiten jedoch von der genannten Inlandfirma ausgeführt werden.

Auf Grund der günstigen Versuchsergebnisse konnten dann im Jahre 1926 weitere 5 vierachsige (Abb. 7) und 4 zweiachsige (Abb. 8) Benzintriebwagen bei den obengenannten Firmen in Auftrag gegeben werden, die zum gröfsten Teil bereits ausgeliefert sind und sich bisher im Betrieb gut bewähren.

Da noch sehr wesentliche Ersparnisse an Brennstoffkosten durch Verwendung von Ölmotoren erreichbar sind, haben wir auch je eine Voll- und schmalspurige 200 PS Diesellokomotive bei der Grazer Waggon- und Maschinenfabriks-A. G. in Auftrag gegeben, die ebenfalls bereits in nächster Zeit ihre Probefahrten beginnen werden.

Um die Ausnützung der grofsen wirtschaftlichen Vorteile des Dieselmotors im Vergleich zur Auspuffdampfmaschine auch für unsere Bodenseeschiffahrt auszunützen, haben wir ein mit 2 mal 270 PS kompressorlosen Dieselmotoren auszurüstendes Schiff, das auch speziell als Vergnügungsschiff ausgestattet werden wird, in Auftrag gegeben.

Ein neuartiger schnellaufender Ölmotor (System Hind) wird in einem bei der Maschinen- und Waggonfabrik Simmering bestellten zweiachsigen Triebwagen versucht werden.

Für die elektrifizierten Bundesbahnstrecken werden zur Instandhaltung der Oberleitung eigenbewegliche Fahrzeuge mit motorisch hebbarer Arbeitsbrücke gebraucht; die für diesen Zweck von Warchalowski A. G. gebauten zweiachsigen Benzinmotorturmwagen bewähren sich ausgezeichnet.

Für Motordräsinen, die ebenfalls für die elektrifizierten Strecken sowie für den Bahnaufsichtsdienst u. dergl. gebraucht werden, wurde neuerdings in der von der Österreichischen Daimler-Motoren A. G., Wiener-Neustadt, erzeugten Bauart ein wesentlicher Fortschritt an Betriebssicherheit, Schnelligkeit usw. erreicht.

Motorisierte Bahnwagen sind in mehreren Bauarten in Erprobung.

Der Bau von Schienenmotorrädern für die Bahnmeister, der durch die vergröfserten Bereiche derselben zu einer unbedingten Betriebsnotwendigkeit geworden ist, wurde eifrig gefördert, in gemeinsamer Arbeit mit der Liesinger-Motorenfabrik A. G. Liesing, wurden gut brauchbare einsitzige und dreisitzige Bauarten geschaffen.

Die Entwicklung des regelspurigen Wagenparkes der Österreichischen Bundesbahnen seit dem Kriegsende.

Von Hofrat Ing. **Kühnelt**, Abteilungsvorstand der General-Direktion der Österreichischen Bundesbahnen.

Bei Kriegsende hatten die vormaligen k. k. Staatsbahnen einen regelspurigen Wagenpark, dessen Stand in der Spalte a der beiliegenden Tafel ausgewiesen erscheint. In diesen Stand, welcher auch die Wagen der von den k. k. Staatsbahnen betriebenen Lokalbahnen enthält, sind jedoch Privatwagen, Leihwagen und Arbeitswagen nicht einbezogen.

Der Wagenpark der ehemaligen k. k. Staatsbahnen setzte sich zusammen aus den Wagen der im Laufe des 19. Jahrhunderts verstaatlichten Bahnen, sowie aus den Wagen der im Jahre 1907 verstaatlichten k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn (Wagengruppe XXXVI), der im Jahre 1909 verstaatlichten k. k. priv. Böhmischen Nordbahn-Gesellschaft (Wagengrupp

XXIX), der k. k. priv. österreichischen Nordwestbahn und der k. priv. Südnorddeutschen Verbindungsbahn (Wagengruppe XL) nd der k. k. priv. österreichisch-ungarischen Staatseisenbahn-esellschaft (Wagengruppe XLI).

Die Wagen dieser zu verschiedenen Zeiten verstaatlichten ahnen hatten verschiedene Bauarten, welche nach der Ver-aatlichung bei den vormaligen k. k. Staatsbahnen nach der auart in Wagengruppen (Bauartgruppen) eingeteilt wurden.) wurden die Wagen der einzelnen ehemahligen Privatbahnen nachfolgende Gruppen eingeteilt:

aiserin Elisabeth-Bahn	Wagengruppe	I
iederösterreichische Südwestbahnen .	»	II
ronprinz Rudolfs-Bahn	»	III
orarlberger Bahn	»	IV
trianer Staatsbahn	»	V
almatiner Staatsbahn	»	VI
akonitz Protiwiner Staatsbahn . .	»	VII
aiser Franz Josepfs-Bahn	»	IX
isenbahn Pilsen-Priesen (Komotau) .	»	X
rzherzog Albrechts-Bahn	»	XI
arnow-Leluchower-Staatsbahn . . .	»	XII
niester Staatsbahn	»	XIII
ährische Grenzbahn	»	XV
ohenstadt-Zöptau	»	XV a
ährisch-schlesische Zentralbahn . .	»	XVI
rag-Duxer-Eisenbahn	»	XVII
ux-Bodenbacher-Eisenbahn	»	XVIII
ngarische Westbahn (steirische Linien)	»	XIX
rste ungarisch-galizische Eisenbahn .	»	XX
sterreichische Lokal-Eisenbahn-Gesell-schaft	»	XXI
emberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn (österreichische Linien)	»	XXII
okalbahn Eisenerz-Vordernberg . .	»	XXIII
isenbahn Lemberg-Belzec (Tomaszow)	»	XXIV
olomeaer Lokalbahnen	»	XXV
ukowinaer Lokalbahnen	»	XXVI
alizische Karl Ludwig-Bahn . . .	»	XXVII
öhmische Westbahn	»	XXIX
ühlkreisbahn	»	XXX
eichenberg-Gablonz-Tannwalder-Eisenbahn	»	XXXI
remstalbahn	»	XXXII
okalbahn Cilli-Wöllau	»	XXXIII
ontafoner Bahn	»	XXXIV
okalbahn Melnik-Mscheno und Lokal-bahn Kuttenberg-Zruc	»	XXXVII
okalbahn Mscheno-Unter Cetno . .	»	XXXVIII,

ferner:

e Wagen der Kaiser Ferdinands-Nordbahn in	»	XXXVI
e Wagen der Böhmischen Nordbahn in	»	XXXIX
e Wagen der Österreichischen Nord-westbahn und der Südnorddeutschen Verbindungsbahn in	»	XL
e Wagen der Österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft in . .	»	XLI

und

e Wagen der Böhmischen Kommerzial-bahnen in	»	XLII

Diese grofse Anzahl verschiedener Wagengruppen wurde ch vermehrt durch die bei den ehemaligen k. k. Staatsbahnen lbst im Laufe der Jahre geschaffenen neueren Bauarten (Wagen-uppen). Die ersten nach der Verstaatlichungsperiode bei den k. Staatsbahnen einheitlich gebauten Wagen sind jene der auart (Wagengruppe) Ia, das sind jene Wagen, welche nach r Verstaatlichungsperiode bis zum Jahre 1900 gebaut wurden. Im Jahre 1900 wurde die nächste einheitliche Bauart, die Wagen der Gruppe Ib geschaffen. Die Wagen dieser Gruppe haben bereits verstärkte Zugvorrichtung und einheitliche Lagerform. Dieser Gruppe gehört die gröfste Anzahl der Wagen an. Später wurden auch noch Bauarten für besondere Zwecke geschaffen, wie die Wagen der Gruppen Ic, Id und Ie.

Die Wagen der Wagengruppe Ic umfassen die Lokalbahnwagen mit leichtem Laufwerk und leichter Zug- und Stofsvorrichtung, die Wagen der Wagengruppe Id sind Umsetzgüterwagen, System Breidsprecher, die Wagen der Wagengruppe Ie Lokalbahnwagen mit leichtem Laufwerk, jedoch mit der Regel-Zug- und Stofsvorrichtung.

Die letzte von den vormaligen k. k. Staatsbahnen geschaffene Bauart umfafst die Wagen der Wagengruppe If. Die Wagen dieser Gruppe haben stärkere Achsen, gepreſste Achsgabel und neue einheitliche Achslager, auch wurde die Zugvorrichtung abermals verstärkt, ebenso die Stofsvorrichtung.

Zu dem kommt, dafs alle verstaatlichten Bahnen in ihren Wagenpark, je nach den durch die vorwiegend zu befördernden Güter hervorgerufenen Verwendungszwecken, Wagentypen (Wagenreihen) eingereiht hatten, die bei den einzelnen Bahnen nicht immer gleichartig und selbst bei den gleichartigen Wagenreihen (Verwendungsreihen) mehr oder weniger grofse Verschiedenheiten aufwiesen. So hatte zum Beispiel die k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn eigene Gepäckwagen (Dienstwagen) für Kohlenzüge, deren Eigengewicht durch auf der Endbühne angebrachte eiserne Platten bedeutend erhöht war, sogenannte »Ballastwagen«. Diese Wagen wurden in längeren Kohlenzügen verwendet, um besonders bei der Leerrückfahrt nach den Kohlengebieten das nötige Bremsausmafs zu sichern.

Daraus ergibt sich die grofse Mannigfaltigkeit des Wagenparkes der k. k. Staatsbahnen. Diese Mannigfaltigkeit der Wagengruppen und Wagenreihen hatte bei den k. k. Staatsbahnen ihre Zweckmäfsigkeit vielfach eingebüfst, ja es entstanden den k. k. Staatsbahnen hieraus sogar vielfach Schwierigkeiten in bezug auf die einheitliche Wagenverteilung und Wagenerhaltung.

Da die Wagen der österreichisch-ungarischen Eisenbahnen im Kriege einen gemeinsamen Wagenpark bildeten, ergab sich, dafs mit Kriegsende der Wagenpark der k. k. Staatsbahnen auf die Eisenbahnlinien der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie ungleichmäfsig verteilt war.

Mit Kriegsende befanden sich die Wagen der ehemaligen k. k. Staatsbahn auf allen Linien der neugebildeten Nachfolgestaaten der österreichisch-ungarischen Monarchie, soweit sie nicht als Beute- und Beschlagnahmewagen im Gebiete der feindlichen Staaten waren. Durch den Zerfall der österreichisch-ungarischen Monarchie war die Notwendigkeit entstanden, den Wagenpark der ehemaligen k. k. Staatsbahnen und jenen der ehemaligen kgl. ungarischen Staatsbahnen auf die neugegründeten Nachfolgestaaten zu verteilen.

Es wurde zu diesem Zwecke vom Obersten Rat in Paris im Sinne der §§ 318 und 301 der Friedensverträge von St. Germain und Trianon die Fahrparkaufteilungskommission (Repartitionskommission) in Wien, unter Vorsitz von Sir Francis Dent, geschaffen, welche die Aufgabe hatte, die Wagenparke der ehemaligen k. k. Staatsbahnen und der ehemaligen kgl. ungarischen Staatseisenbahnen, sowie der österreichisch-ungarischen Heeresbahnverwaltung aufzuteilen, um jedem Nachfolgestaate die nötigen Mittel zur Bewältigung des Eisenbahnverkehrs zu schaffen.

In dieser Kommission waren die Regierungen folgender Staaten vertreten: Italien, Polen, Österreich, Rumänien, S. H. S., der Tschechoslowakischen Republik und Ungarn.

Diese Kommission begann ihre Arbeiten am 22. 10. 1919 und bemühte sich, vorerst durch verschiedene Zählungen einen für die Verteilung greifbaren Stand an Wagen zu erfassen.

Zusammen-

Tafelzeichen			Personenwagen										Zusammen-
			Saalwagen			Klassenwagen							
			mit Achsen										
			4	3	2	4	3	2 mit Seitengang	2 mit Mittelgang	Lokalbahnwagen	altartige Abteilwagen	Summe	
a	Wagenpark der ehemaligen k. k. Staatsbahnen	Stand am 3. 11. 1918	11	19	32	985	813	6144	6030	284	1419	157	
b	Anteil Österreichs aus dem Fahrpark der ehemaligen k. k. Staatsbahnen	aus D. W. I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		aus provisorischer Zuweisung nach Portorose	7	7	15	395	317	1801	2329	55	270	51	
		Summe	7	7	15	395	317	1801	2329	55	270	51	
	Abgabe auf Grund der endgültigen Aufteilung des Fahrparkes der ehemaligen k. k. Staatsbahnen		3	1	2	59	47	182	84	—	—	3	
	Endgültiger Anteil Österreichs am Fahrpark der ehemaligen k. k. Staatsbahnen		4	6	13	336	270	1619	2245	55	270	48	
	Verminderung dieses Anteils durch Abfall aus verschiedenen Gründen wie Ausmusterung usw. bis 31. 12. 1926		—	4	9	15	23	85	171	14	246	5	
	Stand des Anteils Österreichs aus dem Fahrpark der ehemaligen k. k. Staatsbahnen am 31. 12. 1926	auf Grund der D. W. I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		auf Grund der provisorischen Zuweisung nach Portorose an k. k. Staatsbahnwagen	4	2	4	321	247	1534	2068	41	24	42	
		auf Grund der provisorischen Zuweisung nach Portorose an M. A. V.-Wagen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		auf Grund der provisorischen Zuweisung nach Portorose an k. u. k. H. B.-Wagen	—	—	—	—	—	—	6	—	—		
		Summe	4	2	4	321	247	1534	2074	41	24	42	
c	Von den Österreichischen Bundesbahnen von Kriegsende bis 31. 12. 1926 neu beschaffte Wagen	Stand am 31. 12. 1926	—	—	—	114	—	491	287	—	—	8	
d	Wagenpark der priv. S. B.-Gesellschaft	Stand am 1. 6. 1922	1	1	9	177	—	810	776	159	4	19	
		Beanspruchte Beute- und Armisticewagen	—	—	—	9	—	82	88	23	—	2	
		somit Aufteilungsstand	1	1	9	168	—	728	688	136	4	17	
		Anteil Österreichs am Aufteilungsstand	—	—	3	29	—	140	457	50	4	6	
		davon Abfälle durch Ausmusterungen usw.	—	—	2	—	—	4	59	43	—	1	
		Schliefslicher Stand des österreichischen Anteils an Südbahnwagen am 31. 12. 1926	—	—	1	29	—	136	398	7	4	5	
e	Stand des von den N. Ö. L. B. und der W. P. B. übernommenen Wagenparks	Stand am 31. 12. 1926	—	—	1	28	—	—	93	—	—	1	
f	Wagen der österreichischen Postverwaltung	Stand am 31. 12. 1926	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
g	Gesamtstand des Wagenparkes der Österreichischen Bundesbahnen	Stand am 31. 12. 1926	4	2	6	492	247	2161	2852	48	28	58	

Dieser Stand war gegenüber dem Buchstande durch tatsächliche Verluste im Kriege, durch Beuteansprüche der beuteberechtigten Staaten und durch Waffenstillstandsforderungen wesentlich geringer.

Da die Arbeiten äufserst umfangreich und zeitraubend waren, wurde im Jahre 1921, unbeschadet der noch festzusetzenden, endgültigen Anteile, eine endgültige Teilzuweisung von 54 736 Güterwagen der ehemaligen k. k. Staatsbahnen und der vom Staate betriebenen Privatbahnen nach dem buchmäfsigen Stande vom 3. 11. 1918 an die einzelnen Staaten beschlossen und diese Verteilung »D. W. I« (erste definitive Wagenaufteilung) genannt.

Die D. W. I umfafste die Güterwagen der seiner Zeit verstaatlichten und im Betriebe der ehemaligen k. k. Staatsbahnen gestandenen Privatbahnen der Wagengruppen I bis XL, die Umsetzwagen, Bauart Breitsprecher, und die als Sonderarbeitswagen bezeichneten Güterwagen, da letztgenannte Wagen auf Arbeitswagen nicht umgebaut und unter Beibehaltung ihrer

stellung.

Gepäckwagen					Postwagen				Güterwagen															
Achsen					Achsen				gedeckte						offene									
	3	2		Summe	4	3	2	Summe	Kasten-wagen	Spezial-wagen	Pferdewagen	Hornvieh-wagen	Etagen-wagen	Summe	Plattform-wagen	Schemel-wagen	Niederbord-wagen	Hochbord-wagen	Kessel- und sonstige Spezialwagen	Wagenkräne	Summe	Gesamtsumme
		Personen-züge	Güter-züge																			
3	235	2029	2089	4449	215	72	648	935	62503	968	195	64	1050	64780	989	3445	6066	75445	417	39	86401	151181
–	—	—	—	—	—	—	—	—	2741	30	19	5	20	2815	53	315	1311	3076	3	—	4758	7573
7	87	545	607	1286	93	28	210	331	11065	400	51	450	398	12364	29	400	215	7219	115	13	7991	20355
7	87	545	607	1286	93	28	210	331	13806	430	70	455	418	15179	82	715	1526	10295	118	13	12749	27928
5	—	4	—	19	20	9	43	72	2567	69	—	—	200	2836	2	180	87	1032	3	1	1305	4141
2	87	541	607	1267	73	19	167	259	11239	361	70	455	218	12343	80	535	1439	9263	115	12	11444	23787
2	—	29	68	99	14	2	29	45	1191	59	18	397	137	1802	11	20	255	229	—	—	515	2317
–	—	—	—	—	—	—	—	—	1807	16	5	4	8	1840	40	203	1010	2567	3	—	3823	5663
0	87	512	539	1168	59	17	138	214	8075	286	47	1	64	8473	26	310	167	6429	112	12	7056	15529
–	—	—	—	—	—	—	—	—	161	—	—	53	9	223	1	2	7	37	—	—	47	270
–	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	5	2	—	—	1	—	—	3	8
0	87	512	539	1168	59	17	138	214	10048	302	52	58	81	10541	69	515	1184	9034	115	12	10929	21470
7	—	109	115	251	6	—	18	24	1223	44	—	—	—	1267	27	357	3	3867	7	—	4261	5528
5	5	280	223	523	—	—	33	33	7912	—	23	—	129	8064	55	822	1023	6349	947	10	9206	17270
1	1	47	39	87	—	—	7	7	1437	—	1	—	18	1456	8	87	171	1019	92	2	1379	2835
5	4	233	184	436	—	—	26	26	6475	—	22	—	111	6608	47	735	852	5330	855	8	7827	14435
0	—	87	41	133	—	—	10	10	1950	—	10	—	22	1982	18	273	318	2006	302	1	2918	4900
1	—	18	15	33	—	—	5	5	377	—	8	—	4	389	8	5	40	141	300	1	495	884
3	—	69	26	100	—	—	5	5	1573	—	2	—	18	1593	10	268	278	1865	2	—	2423	4016
1	—	20	3	23	—	—	—	—	94	—	—	—	—	94	—	—	40	156	—	—	196	290
–	—	—	—	—	8	10	8	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	87	710	683	1542	73	27	169	269	12938	346	54	58	99	13495	106	1140	1505	14922	124	12	17809	31304

ıart während des Krieges nur auf Arbeitswagen mit neuen entarnummern umschrieben wurden.

Für die Zuweisung der Wagen an die einzelnen Staaten rde bei dieser Verteilung als Grundsatz festgesetzt, dafs ch die Zuweisung ganzer Wagengruppen an die Stammbahnen l ihr zugehörigen Stammwerkstätten die Erhaltung der Wagen sentlich gefördert würde. Aus diesem Grunde wurden die gen jener Bahnen, deren Netz zur Gänze in das Gebiet eines ates fiel, auch zur Gänze dem betreffenden Staate zugewiesen.

Bei Bahnlinien, welche zwei oder mehreren Staaten gemeinsam waren, wurden soweit dies das neue Österreich betraf, nachstehende Vereinbarungen getroffen: Die Wagen der österreichischen Lokaleisenbahngesellschaft wurden nach dem auf die betreffenden Staaten entfallenden Baugeländeverhältnis dieser Bahn zwischen der Tschechoslowakischen Republik und Österreich, die Wagen der ehemaligen Nordwestbahn zur Gänze Österreich zugewiesen. Was die Wagen der ehemaligen Staatseisenbahngesellschaft anbelangt, so wurden diese Wagen zwischen Öster-

reich und der Tschechoslowakischen Republik aufgeteilt. Demnach erhielt Österreich die Güterwagen der Kaiserin Elisabeth-Bahn (Wagengruppe I), der Niederösterreichischen Südwestbahnen (Wagengruppe II), der Kronprinz Rudolfs-Bahn (Wagengruppe III), der Vorarlbergerbahn (Wagengruppe IV), 30 % der österreichischen Lokaleisenbahngesellschaft (Wagengruppe XXI), der Eisenerz-Vordernberger-Lokalbahn (Wagengruppe XXIII), der Kremstalbahn (Wagengruppe XXXII), der österreichischen Nordwestbahn (Wagengruppe XL) zur Gänze und 1013 Wagen der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft (Wagengruppe XLI), sowie die Güterwagen der Pachtbahnen auf Rechnung des Staates: Absdorf-Stockerau, Mühlkreisbahn, ungarische Westbahn und Welser-Lokalbahnen und die Wagen der für Rechnung der Eigentümer vom Staate betriebenen Privatbahnen auf dem Gebiete der österreichischen Republik.

Die tatsächliche Auswirkung dieser Aufteilung ist aus der Zusammenstellung unter Spalte b) zu ersehen.

Um in der Zeit bis zur endgültigen Aufteilung des noch übrigen, zahlenmäfsig gröfseren Anteiles des gemeinsamen Wagenparkes die nötigen Verkehrsmöglichkeiten und Sicherheiten für einen geregelten Verkehr zwischen den Nachfolgestaaten zu schaffen, wurde im November 1921 in Portorose eine internationale Verkehrskonferenz abgehalten, auf Grund welcher eine provisorische Aufteilung des vorgenannten Restes des gemeinsamen Wagenparkes durchgeführt wurde. Es wurde nämlich beschlossen, ab 1. 1. 1922 jeden Güterwagen des gemeinsamen Fahrparkes der früheren Monarchie, der durch die D. W. I noch nicht erfafst war, mit dem Hoheitszeichen jenes Nachfolgestaates, in welchem er sich zu diesem Zeitpunkte befand, provisorisch zu beschreiben. Die Wagen des gemeinsamen Fahrparkes, welche auf diese Art provisorisch umgeschrieben wurden, waren von diesem Zeitpunkte angefangen, vom Standpunkte des Verkehrs wie die Eigentumswagen des Staates, welcher sie umgeschrieben, d. h. mit seinem Eigentumsmerkmal provisorisch versehen hatte, zu behandeln.

Hierdurch gelangte Österreich in den Besitz von provisorisch umbezeichneten Wagen, die nicht nur Einheiten der ehemaligen k. k. Staatsbahnen, sondern auch solche der M. A. V. und der von der ehemaligen österreichisch-ungarischen Heeresverwaltung während des Krieges beschafften, mit k. u. k. Heeresbahnen bezeichneten Einheiten umfafsten.

Von dieser provisorischen Umschreibung auf das Eigentumsmerkmal des besitzergreifenden Staates waren ausgeschlossen die Beute- und Beschlagnahmewagen, die Leihwagen, die Privatwagen und alle von den einzelnen Nachfolgestaaten nach dem Kriegsende auf eigene Kosten angeschafften Wagen.

Die Anzahl der auf diese Art in den Besitz Österreichs gelangten Wagen ist aus der Zusammenstellung unter Spalte b) zu ersehen.

In den Jahren 1924 bis 1926 erfolgte sodann die endgültige Aufteilung der an die einzelnen Staaten provisorisch zugewiesenen Wagen des gemeinsamen Wagenparkes der k. k. Staatsbahnen, wobei Österreich aus seinen Beständen an provisorisch umbezeichneten Wagen 378 Personenwagen, 1913 Gepäck- und Postwagen und 4141 Güter- und Spezialwagen abzugeben hatte. Diese Abgabe und der natürliche Abfall an Wagen des gemeinsamen Wagenparkes ergab einen mit 31. 12. 1926 verbleibenden Stand, der sowohl in seiner Summe, sowie auch in seiner Zusammensetzung in der Zusammenstellung in Spalte b) ausgewiesen ist.

Der den Staatsbahnen der Republik Österreich in der Nachkriegszeit zur Verfügung gestandene Wagenpark ist aufgebaut auf dem auf Grund der Friedensverträge von der Fahrparkaufteilungskommission der Republik Österreich, wie vorstehend besprochen, zugewiesenen Einheiten und zwar:

a) der ehemaligen k. k. Staatsbahnen und der von ihnen betriebenen Privatbahnen,

b) der ehemaligen kgl. ungarischen Staatseisenbahnen u

c) der ehemaligen k. u. k. Heeresbahn.

Dieser Wagenpark ergänzte sich nun weiters:

a) aus Einheiten, die aus den Mitteln der Republ Österreich und dem Unternehmen »Österreichischen Bund bahn« nach dem 3. 11. 1918 beschafft wurden,

b) aus Einheiten aus dem Bestande der ehemaligen pr Südbahngesellschaft, die von der Technischen Kommission die Aufteilung des Südbahnfahrparkes dem österreichisch Südbahnnetz, anläfslich der Übernahme des Betriebes in Österreich liegenden Linien der Südbahngesellschaft du die Österreichischen Bundesbahnen, endgültig zugewie wurden,

c) aus Einheiten jener österreichischen Privatbahnen, de Fahrpark nach dem 3. 11. 1918 übernommen wurde u schliefslich

d) aus Wagen der österreichischen Postverwaltung.

Die Republik Österreich, die die auf ihrem Gebi liegenden ehemaligen k. k. Staatsbahnen als »Österreichis Staatsbahnen« übernahm, und später die ab 1. 10. 1923 Betrieb führende Unternehmung »Österreichische Bund bahnen« haben zuerst aus Staatsmitteln, dann aus Mitteln Unternehmung die Beschaffung neuer Fahrbetriebsmittel v genommen. Hierzu werden auch die vor dem 3. 11. 19 von den ehemaligen k. k. Staatbahnen bei den zwei österreichisch Wagenbaufabriken bestellten, nach dem 3. 11. 1918 geliefer und von der Republik Österreich bezahlten Fahrbetriebsmitt gerechnet. Der derzeitige Stand an solchen Einheiten ist der Zusammenstellung in Spalte c) ersichtlich.

Im Sinne des Art. 12 des Abkommens von Rom v 29. 3. 1923, das zwischen dem Königreiche Italien, Republik Österreich, dem Königreiche der S. H. S., d Königreiche Ungarn und der Südbahngesellschaft geschlos wurde, hat sich die Südbahngesellschaft verpflichtet, die Ba die den betreffenden Staat durchzieht, mit ihren Einrichtung ihrem Zugehör und mit jenem Teil des rollenden Materi für den Beförderungs- und Zugförderungsdienst der dem sitzstande der Gesellschaft am 1. 6. 1922 entsprochen h zu übergeben.

Für die Republik Österreich wurde dieser Teil 33,8 % bemessen.

Die tatsächliche Aufteilung des rollenden Materials beso eine Technische Kommission, die aus Sachverständigen der Eis bahnverwaltungen eines jeden Staates und aus Sachverständig der Südbahngesellschaft bestand. Die Tätigkeit dieser K mission hat am 20. 10. 1923 begonnen.

Bei der Aufteilung der Wagen wurde von dem bu mäfsigen Stande vom 1. 6. 1922 ausgegangen.

Das Ergebnis dieser Aufteilung ist in der Zusamm stellung in Spalte d) entwickelt.

Der Zuwachs an Fahrbetriebsmitteln der in den Jahren 192 und 1924 in den Betrieb der Österreichischen Staatsbahn bzw. der Österreichischen Bundesbahnen übernommenen Nied österreichischen Landesbahnen und der Wien-Pottendorfer-Ba ist mit dem Stande vom 31. 12. 1926 in der Zusammenstellu in Spalte e) ausgewiesen.

Schliefslich stehen derzeit den Österreichischen Bund bahnen noch Postwagen, die Eigentum der österreichischen Po verwaltung sind, zur Verfügung. Die Anzahl dieser Wagen aus der Zusammenstellung in Spalte f) zu ersehen.

Der verfügbare Gesamtstand der Österreichischen Bund bahnen ist aus der Zusammenstellung in Spalte g) ersichtli

Wie aus der vorstehend erläuterten Zusammensetzung d den Österreichischen Bundesbahnen gegenwärtig zur Verfügu stehenden Wagenparkes ersichtlich ist, ist derselbe sowohl hi

htlich der Wagenbauart als auch hinsichtlich der Wagen-
hen (Verwendungsreihen) sehr vielseitig. Diese Vielseitigkeit,
lche durch Zusammendrängen von Wagen der verschiedensten
rwaltungen entstanden ist und den gegenwärtigen Verkehrs-
d wirtschaftlichen Verhältnissen vielfach nicht mehr entspricht,
chwert den Wagenzuweisungs- und Wagenleitungsdienst und
ch die Wagenerhaltung. Der Wagenpark der Österreichischen
ndesbahnen leidet aber nicht nur an der Überfülle von Wagen-
arten und Wagenreihen, sondern zeichnet sich, soweit die
en Wagenbauarten in Betracht kommen, auch durch hohes
er aus. Auch diese Erscheinung wirkt sich bei der Wagen-
altung ungünstig aus.

Die Österreichischen Bundesbahnen haben daher das Be-
eben, über den natürlichen Abfall hinausgehend, im Rahmen
vorhandenen Mittel, eine Erneuerung des Wagenparkes vor-
ehmen und die alten, in der Erhaltung unwirtschaftlichen
genbauarten auszuscheiden und durch neu zu beschaffende Wagen zu ersetzen. Gleichzeitig damit soll auch eine Verminderung der vorhandenen Wagenreihen herbeigeführt werden, so dafs bei den Österreichischen Bundesbahnen, abgesehen von Spezialwagen für besondere Zwecke und besondere Güter, künftig nur acht verschiedene Reihen bei den Neuanschaffungen in Betracht kommen sollen.

Diese acht verschiedene Reihen sind den gegenwärtigen Verkehrsbedürfnissen, den vorwiegend in Betracht kommenden Ausfuhrgütern und den wirtschaftlichen Verhältnissen in Österreich angepafst.

Die neu anzuschaffenden Wagen sollen aber nicht nur bezüglich der Wagenreihen den gegenwärtigen Bedürfnissen angepafst werden, sie sollen auch die Erhaltung erleichtern, weshalb auf eine Einheitsbauart (Einheitswagengruppe) übergegangen werden wird, welche mit der Zeit, nach Abfall der alten Wagengruppen, im Wagenpark der Österreichischen Bundesbahnen die vorherrschende sein soll.

Über die Nachprüfung von Brückentragwerken.

Von Ministerialrat Ing. **Roth**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Oberbau und Brücken beeinflussen in bedeutendem Mafse
Leistungsfähigkeit einer Bahnlinie; durch jenen wird die
re Grenze des Achsdruckes, durch diese aufserdem noch
gröfste Metergewicht der Eisenbahnfahrzeuge festgelegt.
äufserste noch vertretbare Mafs dieser Grenzwerte anzu-
en und damit die Bewegungsfreiheit aller Betriebsmittel
lichst zu erweitern, ist eine der vornehmsten Aufgaben des
hbaudienstes.

Bei einer, als selbstverständlich vorauszusetzenden, ein-
dfreien Erhaltung gibt die rechnerische Nachprüfung das
tel zur Lösung dieser Aufgabe an die Hand. Im Ober-
fachdienst ist der Umfang dieser Arbeit nicht allzu be-
tend. Anders im Brückendienste. Erfordert hier schon
Nachprüfung eines einzelnen Bauwerkes einen ziemlich
fsen Aufwand an Rechenarbeit, so ist auch die Anzahl der
überprüfenden Tragwerke ungefähr gleich der Anzahl der
rhaupt vorhandenen Brücken, da vollkommen gleichartige
erbauten nur in verschwindend geringer Zahl vorhanden
l. Bei den Österreichischen Bundesbahnen beträgt die Zahl
zu überprüfenden Tragwerke rund 10 000.

Aufser der baulichen Mannigfaltigkeit der Brücken zeigen
r auch noch ihre Berechnungsgrundlagen wesentliche Unter-
iede. Für die ältesten, heute noch in der Bahn liegenden
gwerke aus dem Zeitabschnitte von 1858 bis 1870 sind ein-
tliche Berechnungsgrundlagen nicht vorhanden. Erst die
ch die Verordnung des k. k. Handelsministeriums vom
August 1870 in Geltung gesetzten Belastungsvorschriften waren
erste österreichische Brückenverordnung für alle Brücken-
ten der nächsten 17 Jahre mafsgebend, bis das Jahr 1887
e Neuregelung der amtlichen Bestimmungen brachte. Diese
rden durch die Brückenverordnung von 1904 abgelöst.
ewohl seit diesem Jahre eine neue Verordnung nicht er-
ienen ist, werden doch die Brückenbauwerke der letzten
re gemäfs den vom Bundesministerium für Verkehrswesen
November 1921 hinausgegebenen Weisungen für Verkehrs-
en berechnet, die dem N-Zug der Vorschriften für Eisen-
werke (B. E.) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft unge-
r entsprechen. Nachstehende Übersicht gibt einen Vergleich
wichtigsten Berechnungsvorschriften der drei genannten
rordnungen.

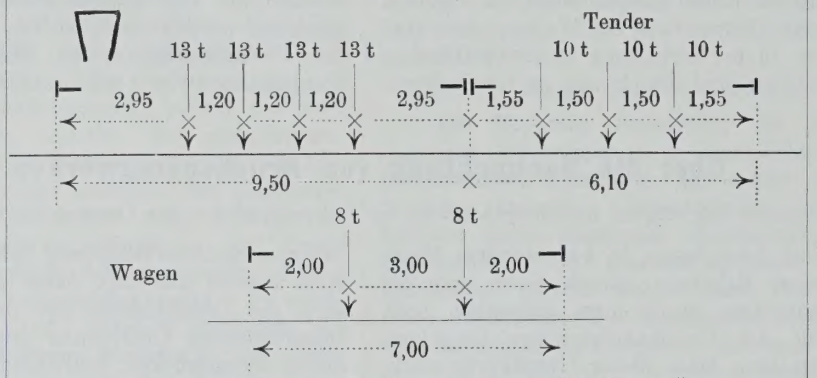
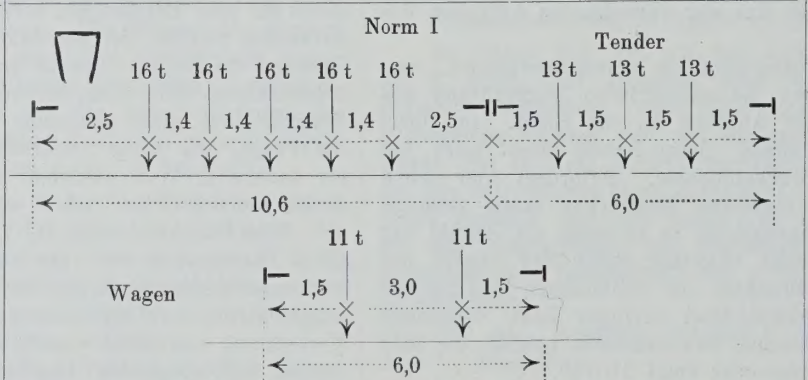
Für die Beurteilung der Tragfähigkeit der vor 1904 er-
teten Überbauten schreibt die gegenwärtig in Kraft stehende
ckenverordnung eine Berechnungsart vor, die im wesent-
en mit der für neu zu erbauende Tragwerke übereinstimmt.
Vergleich der Verordnungsbestimmungen zeigt aber nun, dafs eine einfache Beziehung zwischen den Belastungsvorschriften nicht besteht und dafs daher der zunächst naheliegende Versuch, die Tragfähigkeit der den verschiedenen Verordnungen entsprechenden Überbauten durch Ermittlung von Verhältniszahlen auszudrücken, fehlschlagen mufs. Der Fall, dafs ältere Überbauten, nach den heutigen Anschauungen durchgerechnet, selbst für jene Belastungen nicht genügen, für die sie seinerzeit entworfen wurden, ist bei den in Gleiskrümmungen gelegenen Brücken die Regel. Daraus ergibt sich, dafs ohne eingehende Nachprüfung aller Brückenbauten ein klares Bild über ihre Tragfähigkeit nicht gewonnen werden kann und es entsteht die Frage, wie diese Nachrechnung durchzuführen ist, damit ihr dauernder Wert zukommt und eine spätere Wiederholung dieser umfangreichen Arbeit unnötig wird.

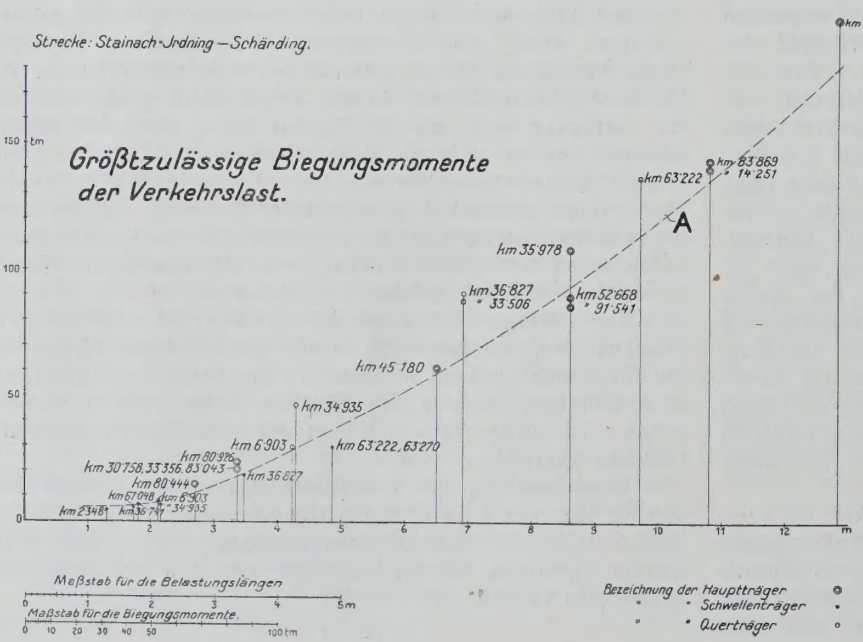
Eine Durchrechnung der Tragwerke unter Zugrundelegung eines Lastenzuges der »aus zwei der am ungünstigsten einwirkenden Lokomotiven der betreffenden Bahnlinie und einseitig angereihten schwersten Lastwagen« gebildet ist, wie dies die Verordnung von 1904 vorschreibt, führt aus zwei Gründen zu keinem befriedigenden Ergebnis. Erstens stellt der Begriff »ungünstigst einwirkende Lokomotiven der betreffenden Bahnlinie« keine unveränderliche Gröfse dar. Die auf einer bestimmten Linie verwendeten Lokomotivreihen wechseln aufserordentlich häufig und es müfste die Nachprüfung für eine grofse Anzahl von Belastungsfällen im vorhinein erfolgen, da bei eintretendem Bedarfe in der Regel nicht genügend Zeit zur Verfügung steht, um die Durchrechnung dann erst auszuführen. Zweitens gibt die Berücksichtigung »schwerster Lastwagen« keinen Aufschlufs über die Verkehrszulässigkeit von Sonderwagen namentlich ausländischer Herkunft. Auch diese häufig auftauchenden Anfragen erfordern eine rasche Erledigung, da sie meist erst gestellt werden, wenn der betreffende Wagen bereits im Übergangsbahnhof eingetroffen ist.

Zur Lösung dieser Aufgaben werden bei den Österreichischen Bundesbahnen zeichnerische Darstellungen verwendet, die für je eine bestimmte Strecke die nutzbaren Tragfähigkeiten aller wichtigen Bauteile der Brücken dieser Strecke wiedergeben. Diesen Darstellungen liegt der nachstehend entwickelte Gedanke zugrunde.

Bezeichnet X_q die Gesamttragfähigkeit eines Bauteiles, wie sie sich aus dem Querschnittswert dieses Teiles und der höchst zulässigen Baustoffinanspruchnahme ergibt, und wird hiervon X_g durch die Wirkung der ständigen Belastung aufgezehrt, so ist

$$X_p = X_q - X_g$$

1		2	3	4
		Räumliche Anordnung	Belastungsannahme (Verkehrslast)	Fliehkraft
I	Verordnung 1870	Keine Bestimmung	Stützweite 1 m . . . . . 20 t/m Gleis[1]) 2 „ . . . . . 15 „ „ 5 „ . . . . . 10 „ „ 20 „ . . . . . 5 „ „ 30 „ und darüber 4 „ „ Für Zwischenwerte ist geradlinig einzuschalten	Die Verordnung enthä keinerlei Bestimmung hierüber
II	1887	Planumbreite 2 × 2,15 m Lichte Höhe 4,80 m	 3 Lokomotiven samt Tendern und angereihte Wagen[2])	Wie bei I
III	1904	Wie bei II	 2 Lokomotiven samt Tendern, einseitig angereihte Wagen[3])	Geschwindigkeit bis R = 200 m . . . 15 m/s bei R = 350 „ . . . 20 „ „ R = 500 „ . . . 25 „ „ R = 700 „ u. w. 30 „ (Für Zwischenwerte is geradlinig einzuschalte



jene nutzbare Tragkraft des Baugliedes, für die Wirkung der bewegten Lasten Verfügung bleibt. Die Größen X können e weder Kräfte oder Momente darstellen. F alle jene Bauglieder, welche als frei aufliegere Träger oder als Teile von solchen zu berechn sind — und das ist die überwiegende Mehrh aller in Betracht kommenden — stehen Werte X in einfachster Beziehung zu den dur die Verkehrslasten hervorgerufenen Biegun- oder Stützenmomenten. Es lassen sich a ohne weiters jene Werte der Biegungs- u Stützmomente, die der vollen Ausnützung Baugliedes, d. i. X_p entsprechen, ermitteln u in ein rechtwinkliges Achsenkreuz derart e tragen, dafs der gefundene Wert X_p als Ordina die ihm entsprechende Belastungslänge Abszisse erscheint. In der Abb. ist die Darstellung, wie sie für die Brücken ein bestimmten Strecke entworfen wurde, wied gegeben. Jedem Bauteile entspricht in dies Darstellung ein Punkt, dem die Bezeichnu der kilometrischen Lage des Überbaues b

österreichischen Brückenverordnungen.

5	6	7	8
Wind	Seitenschwankungen	Zulässige Inanspruchnahmen (kg/cm^2)	Anmerkung
Nicht in Rechnung zu stellen	Nicht in Rechnung zu stellen	Zug, Druck, Abscherung 800 kg/cm^2 Nieten 600 kg/cm^2	[1]) Falls ungünstiger, Einzelachsen von 13 t.
70 kg/m^2 bei belasteter Brücke, 70 kg/m^2 bei unbelasteter Brücke. Höhe des Verkehrsrechteckes 2,5 m	Wie bei I	Zug, Druck und Abscherung (Schweifseisen) (Stützweite $= l$) l von 0— 40 m $700 + 2\,l$ 40— 80 „ $720 + 1{,}5\,l$ 80—120 „ $760 + l$ 120—160 „ $820 + 0{,}5\,l$ über 160 „ 900 Nieten: Abscher. 600, Lochleibung 1400	[2]) Belastungsgleichwerte (t/m Gleis) für die Ber. der Biegungsmom.: Stützw. 1,0 m 30 t/m; 1,5 „ 20 „; 2,0 „ 15 „; 2,5 „ 13,5 „; 5,0 „ 11,5 „; 10,0 „ 8,5 „ | 15 m 7,0 t/m; 20 „ 6,5 „; 40 „ 5,6 „; 80 „ 4,4 „; 120 „ 3,8 „; 160 „ 3,4 „ für die Ber. der Stützmom.: Stützw. 1,0 m 30 t/m; 1,5 „ 25 „; 2,0 „ 20 „; 2,5 „ 18 „; 5,0 „ 14 „; 10,0 „ 10 „ | 15 m 8,5 t/m; 20 „ 7,6 „; 40 „ 6,2 „; 80 „ 4,8 „; 120 „ 4,0 „; 160 „ 2,5 „
Wie bei I, jedoch Höhe des Verkehrsrechteckes 3,0 m	5 v. H. der lotrechten Einwirkung der Lokomotivachsen	Für Flufseisen Zug, Druck Lediglich primäre Wirkungen (Kol. 3 u. 4): l von 0— 10 $750 + 5\,l$; 10— 20 $760 + 4\,l$; 20— 40 $800 + 2\,l$; 40—160 $840 + l$; über 160 1000 Sämtliche Wirkungen (Kol. 3—6): 1200 kg/cm^2 Abscherung: 600 | 700 Nieten: Abscher. 700, Lochl. 1600 | Abscher. 800, Lochl. 1800	[3]) Kommen weniger als 5 Achsen zur Wirkung, ist die an ungünstigster Stelle wirksame von 16 auf 20 t zu erhöhen.

geben ist. Um das Bild in dem kleinen Mafsstabe, den die iedergabe erfordert, nicht unklar zu machen, ist nur ein Teil r Punkte eingetragen, die das Urbild dieser Darstellung rklich enthält. Es handelt sich dabei um die vom Biegungsoment abhängigen Bauteile (z. B. die Schwellen-, Quer- und auptträger bzw. Hauptträgergurte, die Querträgeranschlufseten sowie die Stofsdeckungen der Gurte) im Bereiche der elastungslängen von 0 bis etwa 12 m; die weiteren Aufagungen, die naturgemäfs bis zur gröfsten auf der betreffenden recke vorkommenden Stützweite reichen, sind weggelassen. ne entsprechende Darstellung ergibt sich auch für die vom ützmomente abhängigen Tragwerksglieder, zu denen beispielseise die Anschlufsnieten der Schwellenträger, die Füllungsstäbe gliederter Hauptträger samt deren Anschlufsnieten usw. gehören.

Die Bestimmung der X-Werte ist eine einmalige Arbeit n dauerndem Werte, die dadurch erleichtert wird, dafs sie Hand einer alle vorkommenden Fälle berücksichtigenden usterberechnung und unter Anwendung von ein- für allemal stimmten Tafelwerten erfolgt.

Soll nun die Verkehrszulässigkeit eines vorgelegten Lastenzuges festgestellt werden, so ist es blofs notwendig, die Linien der gröfsten Biegungs- oder Stützenmomente in entsprechendem Mafsstabe auf Pauspapier aufgetragen über die Darstellung der X-Werte zu legen. In der Abbildung ist A die Linie der gröfsten Biegungsmomente eines Lastenzuges. Die unter A liegenden Punkte bezeichnen sodann jene Bauteile, welche durch den fraglichen Lastenzug überanstrengt werden z. B. Hauptträger der Brücke km 52,668, Schwellenträger des Überbaues in km 63,222, während die über A liegenden Punkte Tragwerke betreffen, die keine Überbeanspruchung erfahren — z. B. Hauptträger der Brücke km 45,180. Auch die Gröfse der im einzelnen Falle etwa auftretenden Überschreitung der zulässigen Inanspruchnahme kann, da die Darstellung mafsstäblich ist, leicht und hinreichend genau ermittelt werden.

Die Beschränkung des dargelegten Verfahrens auf jene Fälle, in denen die Bauteile als frei aufliegende Träger aufzufassen sind, beeinträchtigt seine Brauchbarkeit nicht, da es Gewinn genug ist, gerade diese Fälle, die ihrer grofsen Zahl wegen den meisten Arbeitsaufwand erfordern würden, rasch erledigen zu können.

Die Auswechslung des eisernen Überbaues der Schönauer Eisenbahnbrücke in Steyr.

Von Ministerialrat Ing. **Roth**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Eine Tragwerksauswechslung, die wegen der eigenartigen Schwierigkeiten, die dabei zu überwinden waren, erwähnt zu werden verdient, ist die im Januar 1927 durchgeführte Erneuerung des eisernen Überbaues in der Hauptöffnung der

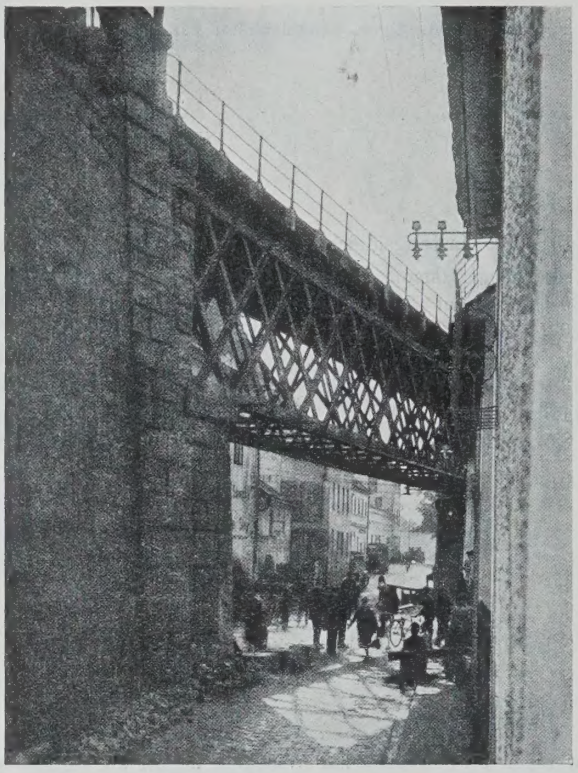


Abb. 1. Ansicht des alten Überbaues.

Eisenbahnbrücke in Schönau, km 20,925 der Bundesbahnstrecke St. Valentin—Kastenreith. Die Brücke, die aus einer Hauptöffnung von 40 m Weite und daran anschliefsenden sechs durch Bruchsteingewölbe überspannten Seitenöffnungen besteht, liegt am Südende des Bahnhofes Steyr im dicht verbauten Gebiete der Stadt. Abb. 1 gibt einen Begriff von der Beengtheit der Baustelle. Während die Hauskanten links der Bahn immerhin noch einen Abstand von etwa 3 m von der Tragwand einhalten, nähert sich der Giebel des in der Abbildung rechts sichtbaren Gebäudes bis auf 30 cm dem Brückengeländer. Die übersetzte Strafse — die seit Jahrhunderten als wichtiger Handelsweg bekannte Eisenstrafse — ist auch heute noch eine von Fahrzeugen aller Art stark in Anspruch genommene Hauptverkehrsader, deren Sperrung höchstens auf ganz kurze Zeit in Frage kommen konnte. Bezüglich des Bahnbetriebes lagen die Verhältnisse für die Bedürfnisse des Umbaues insofern günstig, als mit einer Verkehrssperre von drei bis vier Tagen Dauer gerechnet werden durfte. Die Möglichkeit einer solchen Sperre ergab sich aus dem Umstande, dafs für den Frachtenverkehr der Hilfsweg Linz—Selztal zur Verfügung steht, und dafs für die Reisenden unter Heranziehung von Kraftwagen ein Umsteigverkehr zwischen den beiden durch die Baustelle getrennten Bahnhöfen Steyr und Garsten eingerichtet werden konnte.

Auf diese örtlichen und Verkehrsverhältnisse war der Arbeitsplan aufzubauen. Der sonst allgemein übliche Vorgang des seitlichen Zusammenbaues und der Einschiebung des neuen Tragwerkes konnte des beengten Raumes wegen nicht angewendet werden. Von mehreren Vorschlägen kamen schliefslich zwei in engere Wahl. Nach dem einen wäre das bestehen Tragwerk schrittweise abzubrechen und durch Walzträgerhil brücken auf hölzernen Stützen zu ersetzen gewesen, worauf d Einbau des neuen Tragwerkes unter schrittweiser Entfernu

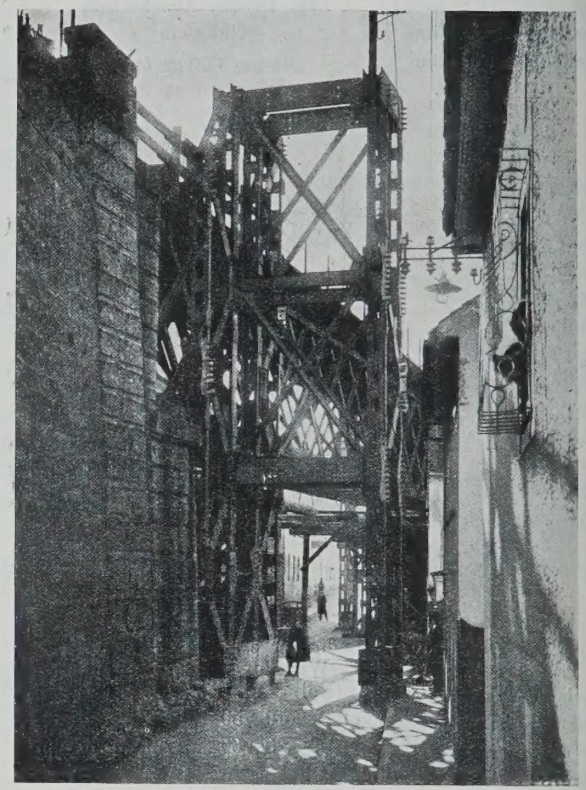


Abb. 2. Senkturm am nördlichen Widerlager.

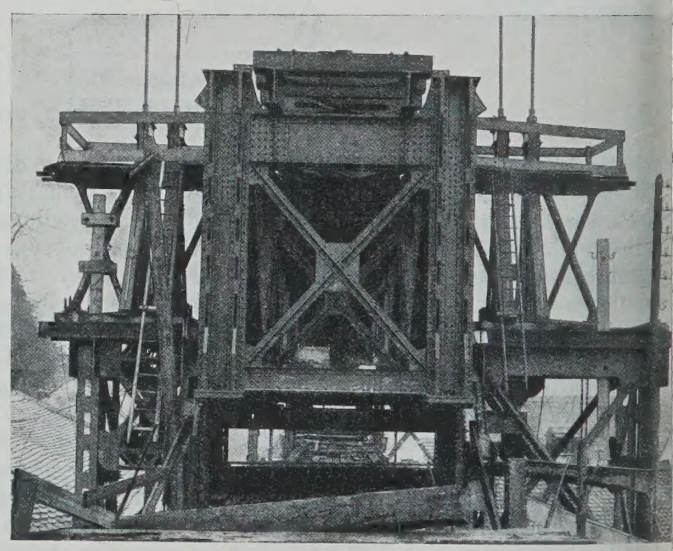


Abb. 3. Absenkvorrichtung.

der Hilfsbrücken hätte vor sich gehen können. Dieser Arbeit vorgang wäre sogar ohne Anordnung einer Verkehrsspern möglich gewesen, hätte aber, infolge der vielfachen unvermeic lichen Arbeitsbehinderungen, die sich dabei ergeben mufste eine lange Bauzeit zur Folge gehabt. Es erschien dahe zweckmäfsiger, sich für den anderen Vorschlag zu entscheide

ch welchem das abseits der Baustelle fertiggestellte neue agwerk über das bestehende hinweg eingefahren und nach ıtfernung des alten Überbaues an dessen Stelle abgesenkt rden sollte.

In Durchführung dieses Planes wurde also zunächst der ue Überbau auf einem seitlich der Bahnhofsgleise verfügbaren atze bis auf die Gehwegteile, die ihrer Ausladung wegen in r Folge behinderlich gewesen wären, zusammengestellt und rnietet. Wohl war diese Arbeitsstelle von der Brückenstelle wa 200 m entfernt, bot aber den Vorteil, dafs alle Bauglieder quem zugebracht werden konnten, ohne den Verkehr am hnhofe zu behindern. Inzwischen waren auch zu beiden iten jedes Widerlagers eiserne Turmgerüste aufgestellt worden, völlig aus Teilen der Roth-Waagner-ıen, zerlegbaren Eisenbahnbrücke be-ınden. Den örtlichen Verhältnissen tsprechend ergab sich für jeden der ırme eine andere Bauform; so mufste r rechte Turm am nördlichen Wider-ger dem Strafsenverkehr freien Durch-g gestatten (siehe Abb. 2) während r linke eine dem öffentlichen Verkehr enende Abgangstreppe zu berücksichtigen tte. Auf diesen Eisengerüsten fanden starken Böcken gelagerte Hebespindeln ıtz, durch welche mittels kräftiger ilflaschenzüge an jedem Widerlager ein erhaupt abgesenkt werden konnte. ›b. 3 zeigt diese Anordnung am nörd-hen Widerlager.

Nach seiner Fertigstellung wurde r neue Überbau zunächst quer zu den hnhofgleisen so weit verschoben, bis er die Achse des Ausfahrgleises und damit ch in die Verlängerung der Brücken-ıse zu liegen kam. Die Querver-ıiebung des Tragwerkes erforderte noch ine Verkehrssperre, lediglich die Be-tzung der Bahnhofsgleise mufste be-ıders geregelt werden. Nach Absetzen s Tragwerkes konnte sodann die Ver-ıubbahn zur Längsverschiebung vorgelegt werden. Wie aus ›b. 4 ersichtlich, war das Verschubbahngleis vermittels kurzer hienen, die als Querschwellen dienten, auf dem laufenden hnhofoberbau verlegt. Diese Anordnung ermöglichte es auch, Verschubbahn über die Weichen zu führen, ohne dafs es wendig geworden wäre, an den Gleisanlagen irgend welche derungen vorzunehmen. Trotz der grofsen Drücke der Ver-ıubwagen zeigte der allerdings kurz vorher gut unterstopfte erbau keinerlei Verformung. Die Längsverschiebung über im Brückenbau wohl ungewöhnliche Länge von 200 m olgte unter Verwendung von Seilflaschenzügen und ent-echend verankerten Bauwinden. Die Endstellung des neuen erbaues (Abb. 5 und 6) wurde nach rund 15 stündiger beit erreicht.

Jetzt konnte das Tragwerk durch die Spindelwinden von ı Verschubwagen abgehoben werden. Das damit vollkommen lastete alte Tragwerk wurde sodann, nachdem es auf das erbaute Holzgerüst abgestützt worden war, mit Sauerstoff-nnern zerteilt und die einzelnen Teile, des raschen Arbeits-tganges wegen, auf die für den Verkehr nun gesperrte Strafse gelassen. In 26 Stunden war der alte Überbau beseitigt.

Den letzten Bauabschnitt bildete die Absenkung des neuen agwerkes um 6,40 m. Diese Senkung erfolgte in acht Stufen zu je 0,80 m, den Nutzlängen der Spindelwinden entsprechend. Gleichzeitig wurden die Räumungsarbeiten auf der Eisenstrafse durchgeführt. Das Absenken und Lagern des

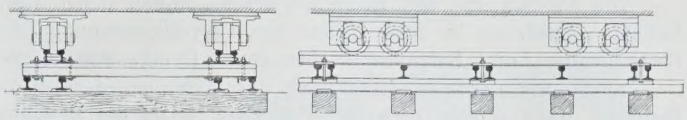


Abb. 4. Verschubbahn.

Überbaues, das Verlegen und Anschliessen des Oberbaues und die Erprobung der Brücke hatten 30 Stunden in Anspruch

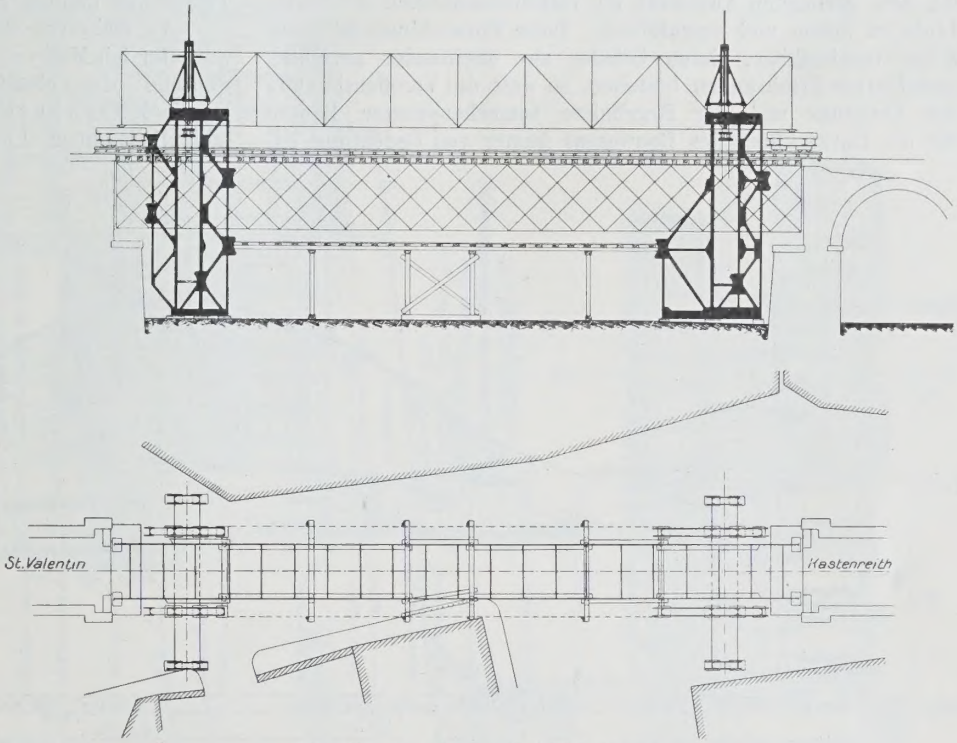


Abb. 5. Anordnung der Hebetürme.

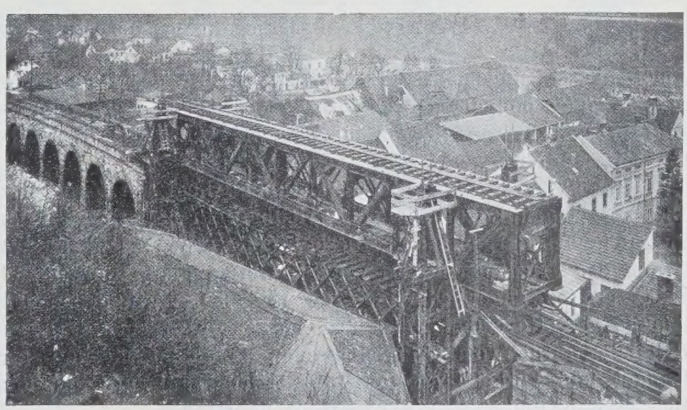


Abb. 6. Stand der Arbeit nach Längsverschiebung des neuen Überbaues.

genommen. Hiermit war die Auswechslung durchgeführt und die Brücke konnte dem Verkehr übergeben werden.

Die Auswechslungsarbeiten sind unter Leitung der Bundesbahndirektion Linz durch die Brückenbauanstalt Waagner-Biró A. G. in Wien mit vollem Gelingen durchgeführt worden.

Der Bau des Hochstrafstunnels der Eisenbahnlinie Friedberg—Pinkafeld.

Von Oberbaurat Ing. **Schmidt**, Vorstand der Trassierungsabteilung für das Burgenland.

Hierzu Tafel 44 und 45.

Die Fortschritte des Eisenbahnwesens finden ihren sinnfälligsten Ausdruck in der erstaunlichen Vervollkommnung aller Betriebsmittel und Betriebseinrichtungen. Demgemäfs richtet sich auch, wenn von Fortschritten des Eisenbahnwesens die Rede ist, das Interesse vorwiegend auf die Mittel der Betriebsführung. Aber auch in der Anlage und der Baudurchführung unserer Reibungsbahnen hat sich in der 100jährigen Zeitspanne ihres Werdegangs eine grofsartige Entwicklung und Vertiefung vollzogen, die sich immer mehr dem Ziele nähert, mit dem geringsten Aufwande die volkswirtschaftlich günstigste Linie zu finden und auszuführen. Diese Entwicklung ist einer Kette vergleichbar, deren Glieder aus aneinander gereihten gesteigerten Erfahrungen bestehen, so dafs die Veröffentlichung des Vorgangs und der Ergebnisse bemerkenswerter Bauten für die Entwicklung des Bauwesens immer von Bedeutung ist.

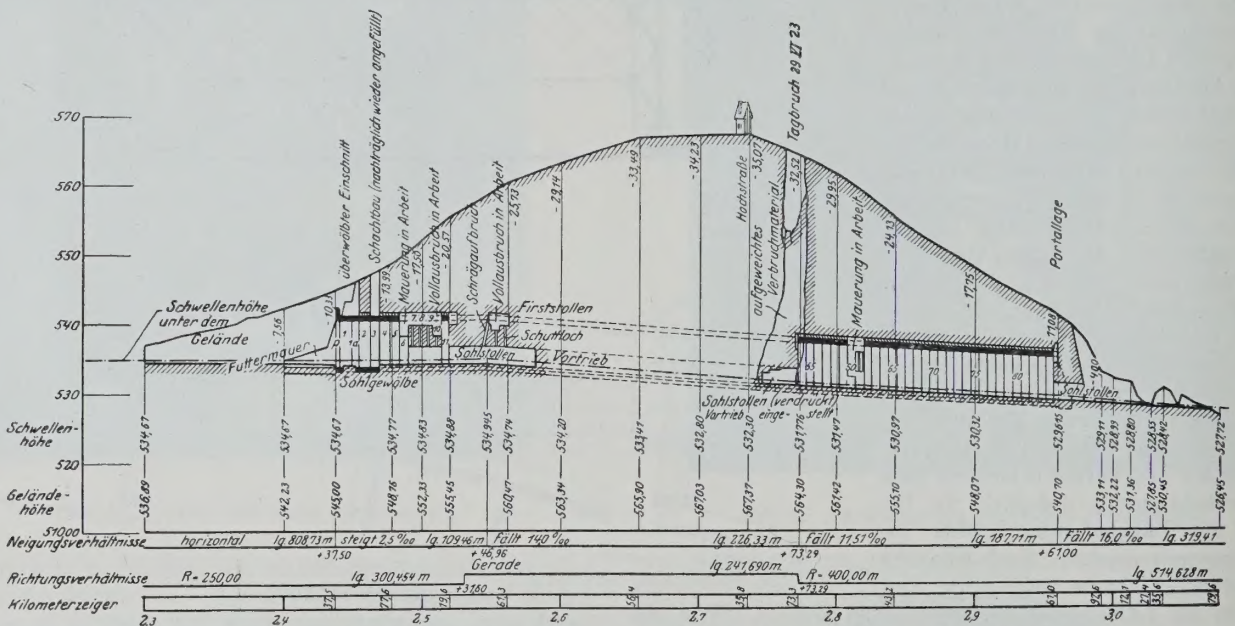


Abb. 1. Längsschnitt des Hochstrafstunnels. (Stand der Arbeiten am 25. Mai 1924.)

Auch mit der folgenden kurzen Baugeschichte des Hochstrafstunnels sollen einige Erfahrungen aus dem Gebiete des Tunnelbaues vermittelt werden, die für manche Verhältnisse verwertbar sein werden.

Der 523,5 m lange Hochstrafstunnel liegt im Zuge der 15,6 km langen Lokalbahn von Friedberg in Steiermark nach Pinkafeld im Burgenlande. Diese Linie wurde, nachdem auf Grund des Friedensschlusses von St. Germain das Burgenland an Österreich angegliedert worden war, in Angriff genommen und am 15. November 1925 dem Verkehr übergeben. Dieser Bahnbau wurde vom Österreichischen Bundesministerium für Handel und Verkehr geleitet, die örtliche Führung war der Bundeseisenbahnbauleitung Friedberg übertragen.

Die Bahnlinie führt durch die dem Wechselgebirge vorgelagerten Hügelzüge, die aus Ablagerungen der jüngeren Tertiärzeit bestehen und zwar durch die sogenannten Sinnersdorfer, die Friedberger und die pontischen Schichten. Der Hochstrafstunnel selbst liegt in den Friedberger Schichten.

Dr. Artur Winkler, Privatdozent der Universität Wien und Sektionsgeologe der Österreichischen Geologischen Bundesanstalt, hat uns auf Grund der von ihm während des Tunnelbaues beobachteten Aufschliefsungen folgende Darlegungen zur Verfügung gestellt.

»Im Hochstrafstunnel zeigten sich zwei voneinander sehr abweichend ausgebildete Partien der Friedberger Schichten. Die Westhälfte der Tunnelstrecke bis auf 257 m vom Eingangsportal lag in einem groben Schotterkomplex, welcher hauptsächlich aus einer fest zusammenbackenden Geröllmasse bestand, welche gefährliche Sandlinsen enthielt, während die Osthälfte in Tegeln und sandigen Tegeln verlief. Ein bedeutender Verwurf (Bruch) mit steil östlicher Neigung trennt die beiden Komplexe. Der Tegel erwies sich als deutlich geschichtet, war aber ziemlich homogen und enthielt Einschaltungen kohliger Tegels mit kleinen Lignitschmitzen.

An mehreren Stellen wurden Fossilien zu Tage gefördert, worunter ich Meeresmuscheln der Gattung Psammobia bestimmt, während die ebenfalls aufgefundenen Knochenreste nach Dr. K. Ehrenberg einem Nashorn, einem Hirsch und wahrscheinlich einem Löwen angehören. Dazu kommt noch der Fund eines Meeressäugers, einer Sirene. Schichtcharakter und Fossilinhalt zeigen an, dafs die Friedberger Schichten an und in der Nähe der Mündung von Gebirgsflüssen in das damals den Wechselflufs bespülende Mittelmeer entstanden sind. Die Tegel, die im Tunnel angefahren wurden, sind jedenfalls einer küstennahe Lagunenbildung.«

»Die geologischen Verhältnisse der Friedberg—Pinkafelder Bahn zeigen an, wie hier in ihrem Bereiche mächtige Schuttablagerungen von den östlichen Zentralalpen her in der Mächtigkeit einiger hundert Meter übereinander gestapelt wurden von Wildbächen und Flüssen am Deltagrund des Meeres abgesetzt, um später von den gebirgsbildenden Gewalten in die Höhe gehoben, an Brüchen zerstückelt und schräg gestellt zu werden. Hierdurch ist das mannigfaltige Schichtbild entstanden, das besonders im Tunnelbau unter dem Einflufs ungünstigster Wasserverhältnisse an das Geschick der Ingenieure so grofse Anforderungen gestellt hat.«

Der Hochstrafstunnel war ursprünglich auf die ganze Länge im Gefälle von 10 $^0/_{00}$ geplant. Dabei war beabsichtigt, den Sohlstollen von der Ostseite in der Steigung bis nahe an das Portal der Westseite vorzutreiben. Die aus Textabb. 1 ersichtliche Steigung von 2,5 $^0/_{00}$ auf der Westseite wurde während des Baues aus Gründen der Entwässerung eingeschaltet.

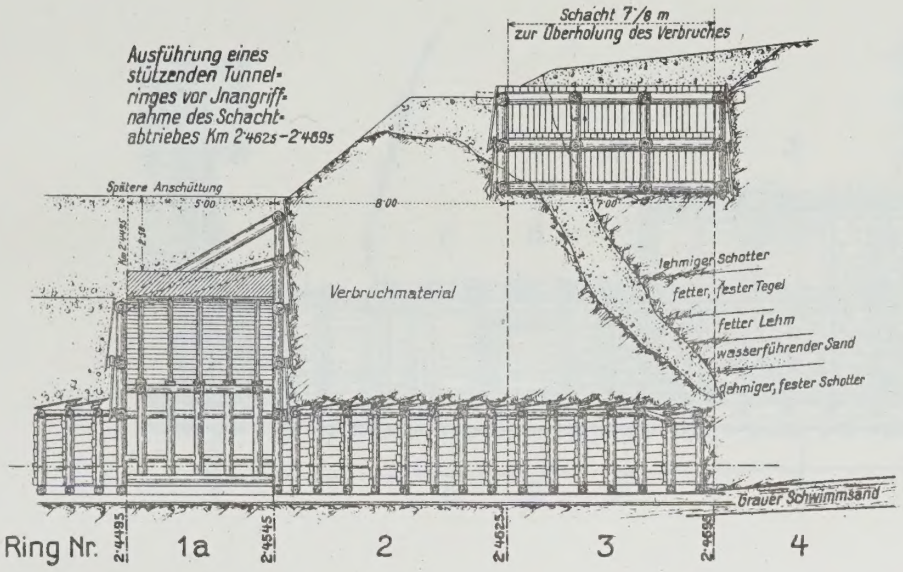
Der Sohlstollen wurde auf der Ostseite (Tunnelausgang

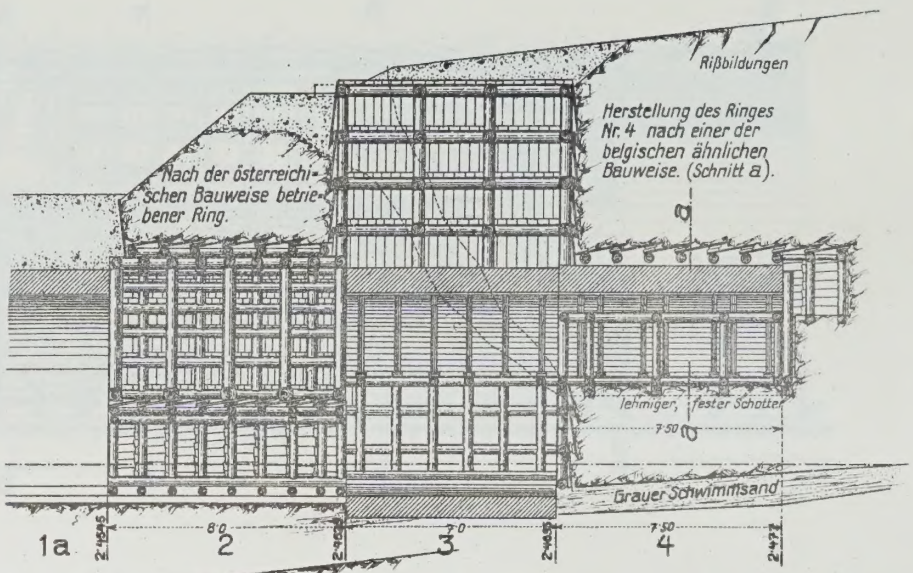
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Zum Aufsatz: Der Bau des Hochstraßtunnels der Eisenbahnlinie Friedberg - Pinkafeld.

Überholung des Verbruches auf der Tunneleingangseite.

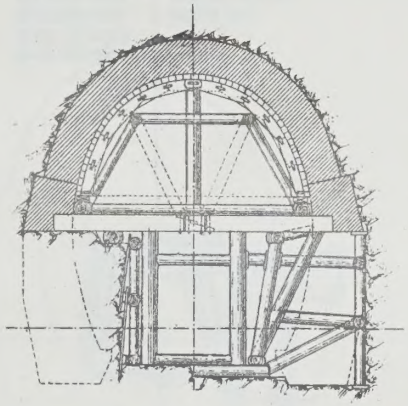
Maßstab 1 : 250.

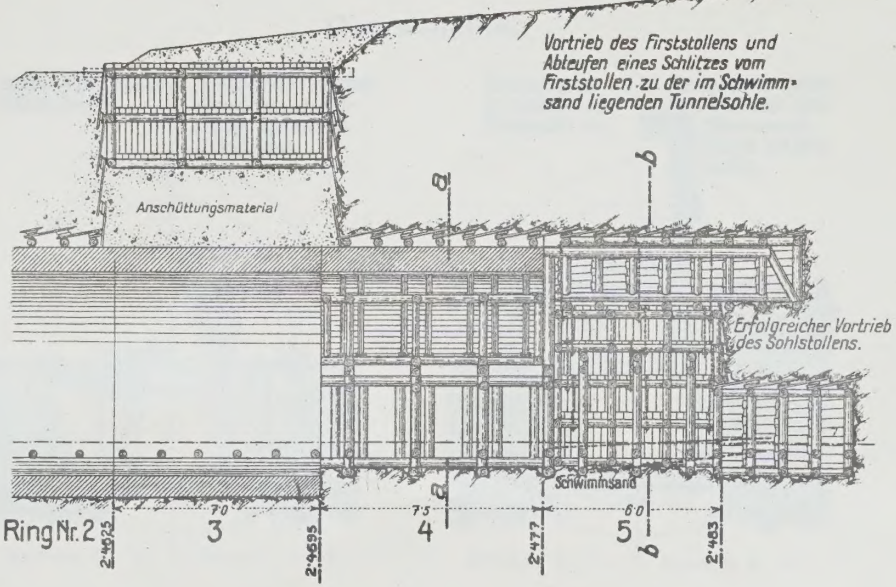




Ring 4.

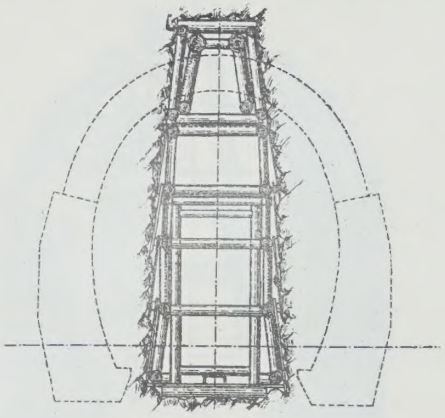
Schnitt a - a.





Ring 4 und 5.

Schnitt b - b.



Verl. v. W. Kreidel's Verlag, München.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

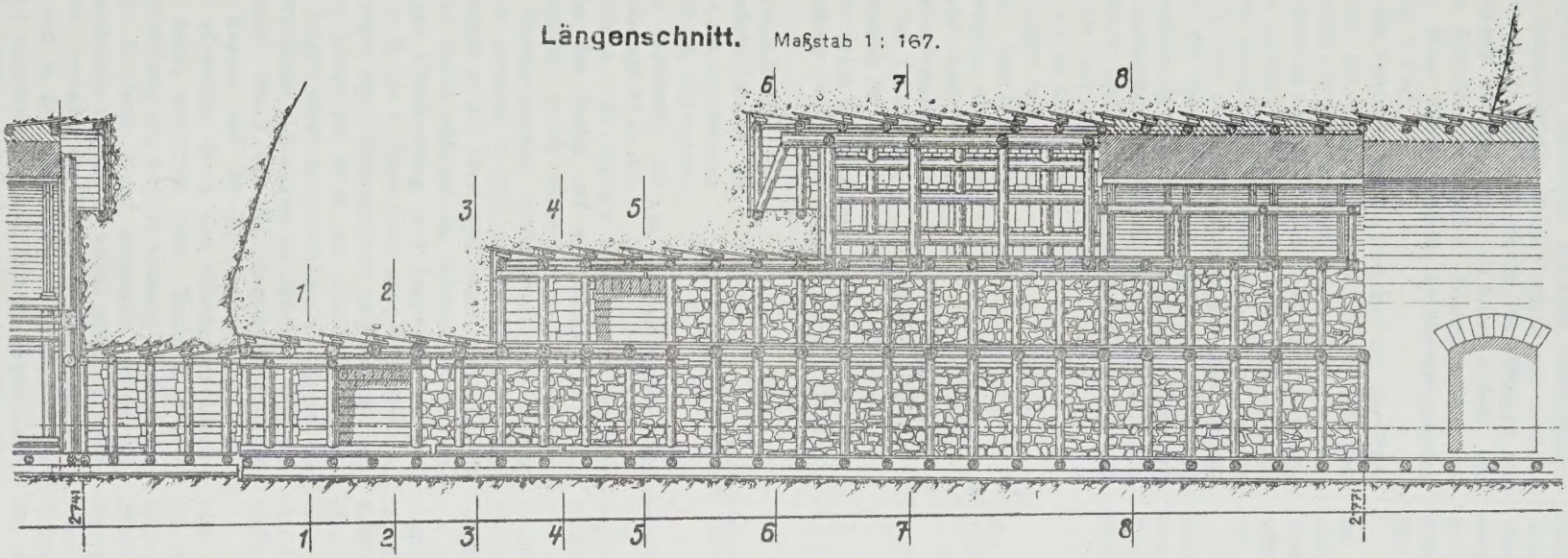
1927, Taf. 44.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

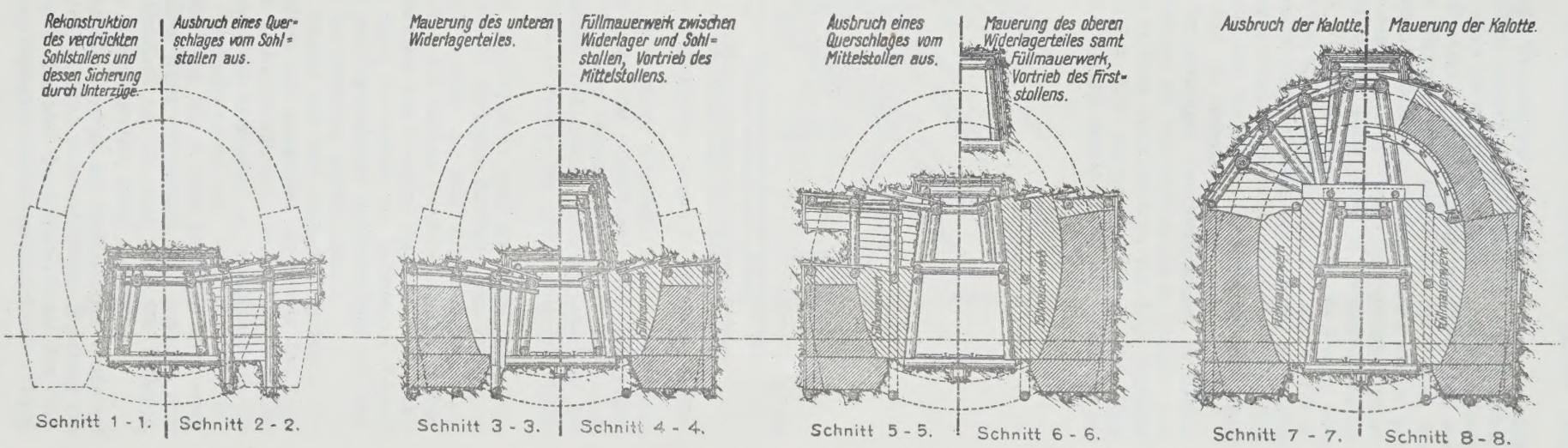
Zum Aufsatz: Der Bau des Hochstraßtunnels der Eisenbahnlinie Friedberg - Pinkafeld.

Bewältigung des Verbruches von km 2,741 bis 2,771.

Längenschnitt. Maßstab 1 : 167.



Querschnitte.



1927, Taf. 45.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

R. W. Kreidel's Verlag, München.

m 21. September 1922 angeschlagen. Der Vortrieb verlief is zum 9. Januar 1923 auf eine Länge von 210 m ohne wischenfälle, und zwar in dem oben geschilderten kompakten egel, der durch zwei ebenfalls gegen Osten steil abfallende, ber an den Bruchstellen durchwegs trockene Verwerfungen estört war. Bei dreischichtigem Betrieb wurde ein mittlerer agesfortschritt von 2,4 m und eine durch fünf Wochen an-altende Höchstleistung von täglich 3,1 bis 3,6 m erzielt. Das tollenprofil hatte folgende Lichtmafse: Sohlenbreite 2,5 m, irstbreite 2,1 m, Höhe 2,2 m, kleiner Entwässerungskanal, ortriebsquerschnitt 7,8 m².

Die Lösung des Gebirges wurde zunächst mit der Haue egonnen, doch war der Tegel im Innern derart fest, dafs it Brech- und Grabarbeit allein auch im Gedinge ein nennens-erter Fortschritt nicht zu erzielen war, weshalb zur Anwendung on Sprengmitteln geschritten wurde. Dr. Ing. Randzio, rivatdozent an der technischen Hochschule in Berlin, hat in ner Abhandlung*) über neue Stollenbauten die ihm von uns itgeteilten Zahlen der Sprengarbeit im Tegel (Ostseite) und n festen konglomeratartig gebundenen Schotter (Westseite) eröffentlicht, die nachstehend wiederholt seien. Es wurde von and mit Spiralbohrer und mit Schlägel und Eisen gebohrt, ei jedem Angriff im Vortriebsquer-hnitt von 7,8 m², 10 bis 18 Löcher n 1,1 bis 1,2 m Länge und 35 bis 0 mm Durchmesser. Zum Sprengen urde Astralit verwendet, etwa 0,20 s 0,28 kg für ein m³ Ausbruch, im hr festen konglomeratartig ge-ndenen Schotter bei 7,7 m² Quer-hnitt 0,38 kg Dynamon für ein m³ usbruch, dazu für jedes Bohrloch nd 1 m Zündschnur und eine prengkapsel.

Nach dem geschilderten be-iedigenden Fortschritt wurde am Januar 1923, wie aus vorstehender extabb. 2 ersichtlich ist, eine wasser-hrende und auch vollständig mit asser gesättigte Sandschicht an der ollendecke angefahren. Es erfolgte ein äufserst heftiger assereinbruch, der den Stollen auf eine Länge von 7,0 m s auf halbe Brusthöhe durch mitgerissenen Tegelschlamm rlandete. Die Wassereinbrüche wiederholten sich nahezu glich während der Arbeiten in den nächsten Monaten aus n kleinsten Öffnungen an der Brust und zwischen den Keilen r Verpfählung und waren während der Schneeschmelze, die ch bei der geringen Überlagerung sehr bemerkbar machte, rart heftig, dafs z. B. am 4. März 1923 die Laufbretter vor rust 200 m weit gegen das Stollenmundloch geschwemmt und r Stollen auf eine Länge von 30 m mit Tegelschlamm ver-ndet wurde. Die Folgen waren ausgeschwemmte und auf die ollendecke nachbrechende Höhlungen im Gebirge, wodurch n derart bedeutender Druck auf die Zimmerung ausgeübt urde, dafs auch Kappen von 35 cm Durchmesser, deren iegungswiderstand allerdings durch die vollständige Durch-uchtung gelitten hatte, gebrochen sind. Zugleich machte ch auch die Durchweichung und Ausschwemmung an der Sohle angenehm fühlbar, in deren Folge zahlreiche Brüche der hlschwellen zu verzeichnen waren. Es wurde mit der gröfsten eduld und Zähigkeit versucht, den Stollen bergmännisch vor-bringen, aber es war in dem aufgeweichten, schlammartigen egel jener Grenzfall eingetreten, den Rziha in seinem Lehr-uche der Tunnelbaukunst, auch bei gröfster Sachkenntnis, ähigkeit und Opferfreudigkeit der Bergleute als unüberwindlich ezeichnet hat. Rziha bezieht sich dabei auf die in den oberschlesischen Bergwerken gefürchtete Bodenart »Kurzawka«, der das im Hochstrafstunnel angefahrene Gebirge sehr ähnlich ist.

Der ständige Wasserablauf aus dem Tunnel wurde nach seiner Fertigstellung wiederholt mit zwei bis drei Sekunden-litern gemessen, einer bei standfestem Gebirge ganz belanglosen Wassermenge, die aber in dem löslichen, sandigen Tegel von verhängnisvoller Wirkung war. Zudem war der Abfluſs des in den wasserführenden Schichten aufgespeicherten und in den Schwemmhöhlen angesammelten Wassers unvergleichlich gröfser und heftiger und erfolgte unter Druck in armdicken Strahlen.

Vom ersten Wassereinbruche an wurde der Stollen noch auf eine Länge von 6,2 m vorgetrieben; aber der jeweils erzielte Vortrieb wurde wieder abgelöst von unsagbar mühevollen Wiederherstellungsarbeiten des rückwärts gelegenen Stollenteiles, wobei erwähnt sei, dafs der Stollen vor Brust auf eine Länge von rund 10 m drei- bis viermal erneuert werden mufste.

Als Folge der gewaltigen Ausschwemmungen im Gebirge stürzte das Gelände am 29. Juni 1923 an der in Textabb. 1 ersichtlichen Stelle in Form eines Trichters von 10 m mittlerem Durchmesser und 7 m Tiefe ein (Pingenbildung). Die Pinge wurde mit einem Flugdach abgedeckt und zur Abhaltung von

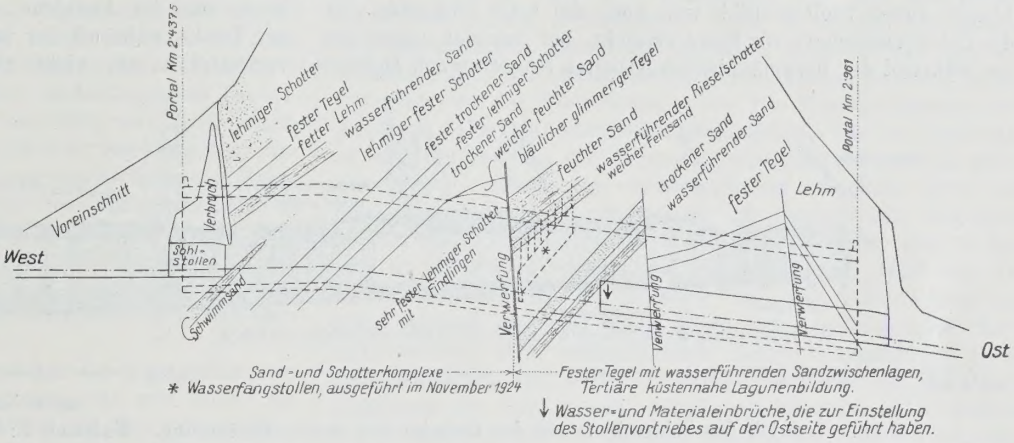


Abb. 2. Geologischer Längsschnitt durch den Hochstrafsrücken. Längen 1 : 6000, Höhen 1 : 600.

Tagwässern mit Abzuggräben umgeben. Das an der Sohle sich ansammelnde Tropf- und Sickerwasser wurde ausgepumpt.

Dr. Artur Winkler kennzeichnet die durch das Gebirge gegebenen, vorstehend geschilderten Schwierigkeiten auf der Ostseite des Stollens in seinem uns überlassenen Schriftsatze folgendermafsen:

»Hier verlief der Tunnel in einer mächtigen, kompakten Tegelmasse, die sich in trockenem Zustande beim Vortrieb als standfestes Material erwies. Als man sich aber der Tunnelmitte näherte, stellten sich stärkere Durchfeuchtungen im Tegel ein, welche ihn plastisch und beweglich machten. Man rückte hier jener Stelle nahe, an welcher ein bedeutender Verwurf das Absinken der aus Tegelschichten gebildeten östlichen Berghälfte gegenüber der westlichen bewirkt hatte.«

»Aufserdem schaltet sich hier gegen die Tunnelmitte zu eine Rieselschotterlage mit nufsgrofsen Geröllen in den Tegel ein, welche sich als stark wasserführend erwies. Da diese Schicht geneigt war (gegen Osten ansteigend), so ermöglichte sich das Eindringen der Oberflächenwasser und damit eine dauernde Durchfeuchtung der Tegel, die zu deren plastischer Umformung führte. Die auf diese Weise vorbereiteten Tegel erzeugten beim Vortrieb des Sohlstollens am 29. Juni 1923 den Einbruch, der sich obertags in einer grofsen Pinge ausprägte.«

Der bergmännische Vortrieb des Sohlenstollens wurde auf der Ostseite am 18. Juli 1923 nach gründlicher Sicherung des Erreichten eingestellt. Da auch der mittlerweile auf der Westseite (Tunneleingang) begonnene Stollenvortrieb grofsen Schwierig-

*) Die Bautechnik, 1925.

keiten begegnete, war es geboten, nichts unversucht zu lassen, um den Vortrieb auf der Ostseite doch noch flott zu machen. Die zu diesem Zwecke unternommenen Versuche sind in Textabb. 3 angedeutet. Um den am stärksten gefährdeten Bereich an der Brust zu sichern, wurde zunächst an die Ausführung eines einfachen, aber standfesten eisernen Stollenschildes geschritten, der in einem durch Überfirstung im Stollen hergerichteten Montierungsraume aufgestellt wurde. Der Schild bestand aus einer aus Walzeisen und einer Blechhaut gebildeten Schildschneide und einem 0,80 m nach rückwärts reichenden Blechmantel, in welchem nach jeweiligem Vortrieb von 25 cm ein neues gezimmertes Geviere von 1,1 m oberer, 1,8 m unterer Lichtweite und 1,9 m lichter Höhe eingebaut wurde, so dafs eine Stollenzimmerung von aneinandergereihten Gevieren (Mann an Mann) entstand. Zur Stützung des Vortriebs war ein 2,1 m langer Betonkörper in den Stollen eingebaut worden, wie aus Textabb. 3 ersichtlich ist.

Der Vortrieb wurde zunächst durch vier Schraubengetriebe und, da sich diese Antriebskraft als zu gering erwies, sodann mit vier hydraulischen Pressen von je 50 t nutzbaren Druckes bewerkstelligt, die zwischen Schild und einer an das zuletzt eingebaute Geviere angelegten Eisenplatte eingespannt wurden. Durch diesen Stollenschild war wohl die volle Sicherheit für die Belegmannschaft vor Brust erreicht, bei der sich angesichts der während der bergmännischen Arbeiten eingetretenen äufserst

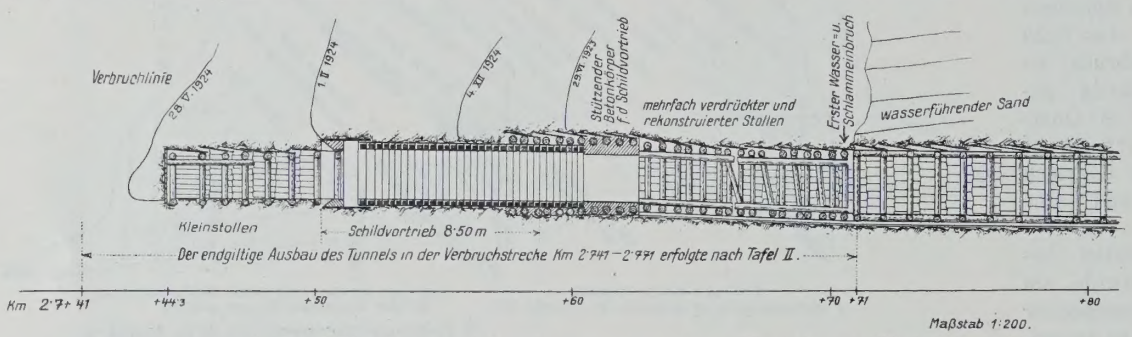


Abb. 3. Vortrieb des Sohlstollens auf der Ostseite vor dessen Einstellung. Mafsstab 1 : 300.

gefährlichen und die Gesundheit beeinträchtigenden Erschwernisse eine gewisse Mutlosigkeit eingestellt hatte; aber die mit diesem Schild erzielten Erfolge müssen als unbefriedigend bezeichnet werden. Der Ausbildung des Stollenschildes lag der Gedanke zugrunde, den durch das Vorschieben des Schildes nach rückwärts gepreſsten Tegelbrei aus neun Brustklappen, die am stollenseitigen Ende der schrägen Schildschneide angebracht waren, zu gewinnen. Die schlammartige Beschaffenheit des Tegels war wohl nahezu über die gesamte Vortriebsfläche, von oben nach unten an Dichte zunehmend, verbreitet, aber besonders an der Stollensohle blieben doch feste Tegelkerne unverändert bestehen, so dafs das Einpressen des Schildes grofsem Widerstande begegnete, wobei es sich noch als nachteilig erwiesen hat, dafs durch das elastische Nachgeben der bereits aufgestellten hölzernen Geviere ein Teil der aufgewendeten Antriebskraft verloren ging. Um den Widerstand zu verringern, wurden die erwähnten Klappen aufgegeben und etwa auf die Länge des jeweiligen Vortriebs die Brust bergmännisch abgenommen, der Verzug derselben nach rückwärts abgestützt und der Schild vorgeschoben. Trotz der anfänglich verwendeten Klappen und der später beim Abbau der Brust beobachteten äufsersten Vorsicht haben zahlreiche, während des Schildvortriebs erfolgte Wassereinbrüche ganz beträchtliche Erdmassen in den Stollen geschwemmt, z. B. im Januar 1924 etwa 100 m³. Es wurden auch Versuche unternommen, das Wasser vor dem Schilde zum Abflufs zu bringen, und zwar durch Bohren von Löchern in die Stollendecke, Sondieren mit bis zu 3 m langen, gekuppelten Bohrern von der Stollendecke nach aufwärts und Eintreiben von 5 cm weiten, am Umfange gelochten Eisenröhren. Die Versuche zeitigten jedoch leider entweder gar keinen oder nu einen vorübergehenden Erfolg, weil sich die erhaltenen Abflu öffnungen in den klebrigen Erdmassen immer schon nac kurzer Zeit verlegten. Da sich der geschilderte Stollenschi somit nicht als geeignet erwiesen hat, den Verbruch im Gebir zu überholen, wurde diese Vortriebsart am 30. Januar 192 eingestellt.

Es ist eine alte Erfahrung, dafs sich das Ausweiten un Überfirsten kleiner Stollen leichter durchführen läfst als d Vortrieb eines gröfseren Querschnitts. Aus diesem Grun wurde noch der Versuch unternommen, vom Schilde aus ein kleineren Stollen vorzutreiben, dessen Decke unter der Schil schneide ansetzte, wobei auch erwartet wurde, dafs bei vo sichtigem Vortriebe und Offenhalten des Wasserablaufs an d oberen Schildschneide die Brust des Kleinstollens wasserfr bleiben würde. Diese Erwartung traf leider nur in den erst vier Metern des Vortriebs zu. Da sodann jedoch über den Decke pfosten des Brustgevieres ein heftiger, Schwimmsand führend Wasssereinbruch erfolgte, wurde auch der Vortrieb des Klei stollens am 23. Februar 1924 eingestellt. Im Mai 1924 wur nochmals versucht, den Kleinstollenvortrieb wieder aufzunehme Doch traf die Annahme, dafs sich die Verbruchsmassen üb der Decke während der langen Arbeitspause genügend wied verfestigt haben, nicht zu. Es trat ein grofser Deckendru auf, die letzten Gevi wurden bis 0,20 m die Sohle gepreſst, so d der Vortrieb am 28. M 1924 auf der Ostse endgültig eingeste wurde; dieser Entschl wurde erleichtert du den mittlerweile erf genen günstigeren V trieb von der Westse aus, der den Durchsch des Stollens von die Seite her erwarten lie

Angesichts der geschilderten, im Sohlstollen auf der O seite seit 9. Januar 1923 eingetretenen Stockung wurde 30. Januar 1923 der Stollen auf der Westseite angeschlag um bei günstigerem Fortschritte auf dieser Seite den Vortr auf der Ostseite, der nach vorstehenden Darlegungen tr aller Bemühungen nicht wesentlich vorwärts gebracht werd konnte, einstellen zu können. Aber schon in der ersten Woc traten auch auf der Westseite ähnliche Schwierigkeiten a Das zu durchörternde Gebirge bestand hier aus gelbbraun Lehm mit Schottereinlagen, unterbrochen von einer wass führenden Sandschicht. Wenn auch der Wassergehalt die Schichten geringer war als auf der Ostseite, so trat hier besonders erschwerend der Einflufs der Tagwässer hinzu, name lich der durch die bedeutenden Niederschläge im März 19 rasch herbeigeführten Schneeschmelze. Der gesamte, den Stol überlagernde Lehmboden wurde stark durchnäfst und breiar erweicht, wodurch der Deckendruck ganz bedeutend erh wurde. Da überdies, wie aus Textabb. 2 und Taf. 44 ersichtl ist, an der Stollensohle eine unter dem grofsen Druck a quellende Schwimmsandschicht auftrat, kam es zum Einsink der Geviere bis zu 0,70 m und zur Bildung einer Verbru spalte von der Brust des Stollens bis über Tag. Auch h waren langwierige Wiederherstellungsarbeiten des erreich Stollenvortriebs erforderlich. Es wurde eine vollkomm Verpfählung auch an der Sohle durchgeführt, aber es mu auch hier leider die Überzeugung gewonnen werden, dafs Überholen des Verbruchs mit bergmännischem Vortrieb ni zu erzielen war. Daher wurde der Stollenvortrieb auf

Westseite am 29. Juli 1923 aufgegeben und der im folgenden beschriebene und auf Taf. 44 dargestellte Arbeitsvorgang eingeleitet, der mit vollem Erfolg zur Überwindung des Verbruches und zur Erreichung einer gesunden unverbrochenen Stollenbrust geführt hat, von wo dann der bergmännische Vortrieb des Stollens erfolgreich wieder aufgenommen werden konnte.

Zunächst wurde der in Taf. 44 ersichtliche Tunnelring 1 a in einer Entfernung von 21,7 m vom Stollenmundloch (12,0 m hinter dem endgültigen Tunnelportale) in einem von Tag aus hergestellten Schacht vom lichten Querschnitt 5,0/8,0 m offen aufgemauert und noch während der Widerlagermauerung dieses Ringes der gleichfalls in der Taf. 44 dargestellte Schacht für Ring 3 (Querschnitt 7,0/8,0 m) in Angriff genommen, so dafs während des Abteufens dieses Schachtes die fertiggestellte Mauerung des Ringes 1 a die Abfangung des bergseitigen Druckes übernommen und eine Verdrückung der Schachtzimmerung des Ringes 3 im Sinne dieses Druckes verhindert hat. Die tunnelseitige Wand dieses Schachtes war so angeordnet, dafs sie den tiefsten Punkt der Verbruchspalte erreicht hat. Die Widerlager des Ringes 3 wurden nach der Aufmauerung sofort durch Einziehung eines Sohlgewölbes gesichert. Aus den beim Abtrieb des Schachtes für Ring 3 und aus mehreren vorangegangenen Tiefbohrungen und Untersuchungen erhaltenen Aufschlüssen über die Beschaffenheit des Gebirges wurde die Sicherheit gewonnen, dafs dieses für einen Firststollenvortrieb und auch in der Kämpferhöhe der Gewölbe, in den nächstfolgenden Tunnelringen 4 und 5 (siehe Taf. 44) nicht ungünstig war, dafs weiters der Schachtabtrieb auch eine weitgehende Entwässerung der in der oberen Tunnelhälfte vorhandenen wasserführenden Sandschicht zur Folge hatte und dafs die Schwimmsandschicht an der Tunnelsohle in den beiden vorgenannten Ringen eine zwar nach Osten ansteigende Richtung zeigte, aber immerhin an der Sohle des Ringes 4 noch vorhanden war, so dafs es nicht ratsam erschien, diesen Ring nach der österreichischen Bauweise auszuführen.

Es wurde daher im Ring 4 zunächst der Firststollen vorgetrieben und von diesem nach abwärts bis zur Sohle ein Sohlschlitz ausgehoben, dessen Langhölzer mit den entsprechend starken und abgestützten Kronbalken des Firststollens durch Zugschrauben verhängt waren (siehe Taf. 44, Schnitt b). Sodann wurde zunächst die Kalotte in der ganzen Ringlänge von 7,5 m ausgebrochen und die Mauerung derselben in Bruchstein mit einem 0,5 m starken Kämpfer in Beton ausgeführt, wonach die Widerlager nicht in der Gesamtlänge von 7,50 m, sondern in je drei Teilen in Form von Querschlägen unter Beobachtung der gröfsten Vorsicht ausgebrochen und pfeilerartig aufgemauert wurden. Während dieser Arbeit ist eine nennenswerte Setzung des Gewölbes nicht eingetreten, wiewohl das Gebirge am Kämpfer mehr für eine belgische Bauweise, der die dargelegte Ausführungsart sehr verwandt ist, im allgemeinen verlangten Beschaffenheit nicht vollkommen entsprochen hat.

Auch für Ring 5 wurde der geschilderte Sohlschlitz ausgeführt, wobei am Ende desselben entsprechend den gehegten Erwartungen ein Ausstreichen der Schwimmsandschichte über der Sohle und eine genügende Festigkeit der letzteren für einen erfolgreichen Sohlstollenvortrieb festgestellt werden konnte. Daher wurde der Ausbau des Ringes 5, der erst im April 1924 in der österreichischen Bauweise erfolgte, nicht abgewartet, sondern sofort nach Vollendung des Sohlschlitzes am 22. Februar 1924 der Sohlstollen auf der Westseite begonnen und, wie es auch nach einigen neuerdings durchgeführten Tiefbohrungen zu erwarten war, ohne nennenswerte Schwierigkeiten mit einem mittleren Tagesfortschritte von 1,5 m bei 7,7 m^2 Querschnitt, in dem aus Textabb. 2 ersichtlichen fast standfesten Gebirge bis zu der von der Ostseite erreichten Stelle, m 2,744$_3$ vorgetrieben, wo der Anschlufs an den Kleinstollen am 22. September 1924 erfolgte. In den festen sandigen oder grobschotterigen, konglomeratig gebundenen und an Findlingen reichen Schichten wurde im Sohlstollen auch vorsichtig mit Astralit gesprengt, wodurch der mittlere Tagesfortschritt von 1,1 m auf 1,70 m erhöht wurde. Doch wurde die Anwendung von Sprengmitteln noch vor der Erreichung der unmittelbar in der Tunnelmitte liegenden Verwerfung eingestellt. Zur Erzielung einer durchlaufenden Förderbahn im Sohlstollen war die Ausweitung und Überfirstung des von der Ostseite her vorgetriebenen Kleinstollens erforderlich; diese Arbeit wurde trotz Störung durch mehrere Wasser- und Schlammeinbrüche mit der erwünschten Raschheit nach dem erfolgten Stollendurchschlag von der Westseite aus durchgeführt.

Bis zum Zeitpunkte der Wiederaufnahme des Sohlstollenvortriebs auf der Westseite (22. Februar 1924), war auch die Tunnelröhre vor dem im Schachte ausgeführten Ring 3, bzw. 1 a, einschliefslich des Portals sowie der daran anschliefsenden Futtermauerflügel, gröfstenteils als überwölbter Einschnitt aufgemauert worden.

Als im Frühjahr 1923 der Vortrieb des Sohlstollens auf der Ostseite zufolge der andauernden Wasser- und Schlammeinbrüche ins Stocken geraten war, wurde der Beschlufs gefafst, die Herstellung der vollen Tunnelröhre in dem durch den Sohlstollen bereits erschlossenen Teile in Angriff zu nehmen und auszumauern, obwohl die gesamten Baustoffe nur von der Westseite mit Fuhrwerken herangebracht werden konnten, ferner mit einem in der Tunnelachse über den Hochstrafsrücken angelegten elektrisch betriebenen Seilaufzuge, der im Gegensatz zu den Fuhrwerken von Witterungsverhältnissen nahezu unabhängig war. Nach dem ursprünglichen Bauplane hätte mit dem Ausbau der Tunnelröhre auf der Ostseite erst begonnen werden sollen, nachdem der Sohlstollen vollendet und in ihm eine durchlaufende Förderbahn hergestellt war. Doch war der geänderte Beschlufs im Hinblick auf die Aufrechterhaltung eines stetigen Betriebs, sowie wegen der Ausnützung der Bauzeit während des voraussichtlich länger andauernden Sohlstollenvortriebs und weiter auch mit Rücksicht auf die teure Erhaltung des Sohlstollens vollauf gerechtfertigt. Der Ausbau der Tunnelröhre auf der Ostseite vollzog sich nach der österreichischen Bauweise planmäfsig und ohne wesentliche Störungen. Schwierig gestaltete sich nur die Ausführung des Aufbruchringes Nr. 63, wo sich die Unterbockständer unter grofsem Firstdruck in die zufolge reichlichen Rieselwassers durchweichte Sohle eindrückten, so dafs es zu einer Verdrückung kam, bei der die Gewölbekappenzimmerung am Firste um 0,70 m niederging. Die Gewölbekappe mufste hier von einem über der alten Zimmerung vorgetriebenen neuen Firststollen aus nachgenommen werden, wodurch dieser Ring die doppelte Arbeitszeit der anderen Tunnelringe erforderte. Zwei Monate nach der Fertigstellung dieses Ringes bildete sich nahezu lotrecht über ihm eine kleine Pinge, im Durchmesser von 3,0 m und 2,5 m Tiefe bei einer Überlagerung von 20,1 m.

Einer besonderen Hervorhebung wert ist auch der auf Taf. 45 dargestellte Ausbau der Tunnelröhre in dem 30 m langen, unter dem in Textabb. 1 dargestellten grofsen Tagbruche liegenden Teile. Mit Rücksicht auf die hier vorherrschende grofse Druck- und Einsturzgefahr wurde der Ausbau nach dem z. B. auch beim Bukovotunnel der Linie Afsling-Görz in den Jahren 1905 bis 1906 und beim zweiten Simplontunnel bewährten Grundsatze ausgeführt, kleine Räume auszubrechen und diese mit Mauerwerk rasch zu schliefsen, damit der Druck nicht zur Auslösung kommen kann. Im vorliegenden Falle wurden die Widerlager der Tunnelringe in Form von 2,5 m langen Querschlägen von Sohlstollen (Schnitt 2 und 3) und von einem über ihm vorgetriebenen Mittelstollen aus, (Schnitt 4, 5 und 6) ausgebrochen und ausgemauert, worauf der auf das fertige Mauerwerk sich stützende Ausbruch der Gewölbekappe vom Firststollen aus in der gesamten Ringlänge von 6 m erfolgte

(Schnitt 7 und 8). Der zwischen den Widerlagern und dem Sohl- und Mittelstollen verbliebene Raum wurde mit einem in sehr magerem Mörtel aufgeführten Füllmauerwerk ausgebeugt, das nach Maßgabe der fertigen Ringmauerungen wieder rückgewonnen wurde. Diese Arbeiten wurden vom Juli 1924 bis Februar 1925 ohne besondere Zwischenfälle durchgeführt.

Die Herstellung der Tunnelröhre auf der Westseite verlief zunächst im allgemeinen ohne Schwierigkeiten. In dem festen konglomeratartig gebundenen Gebirge konnte in 19 Tunnelringen auf eine Gesamtlänge von 114 m die belgische Bauweise angewendet werden. Schwierig gestaltete sich jedoch der Ausbau auf dieser Seite von der Verwerfung in der Tunnelmitte bis zum Beginn der Verbruchsstrecke (km 2,690 bis 2,741), wo am Firste, wie aus Textabb. 2 ersichtlich ist, eine wasserführende Sand- und Rieselschotterschicht auftrat, aus der beim Eintritt des von der Westseite anfahrenden Firststollens am 17. Oktober 1924 ein heftiger Wassereinbruch erfolgte, der den weiteren Vortrieb vor der Durchführung entsprechender Entwässerungen nicht ratsam erscheinen ließ. Es wurde daher zunächst der in Textabb. 2 angedeutete Wasserfangstollen von 1,6 m Höhe, 1,4 m Sohl- und 0,9 m Firstbreite auf eine Länge von 43,0 m, abzweigend von einem links der Bahn hergestellten Querschlage und sodann 8,0 m von der Tunnelachse gleichgerichtet zu dieser verlaufend, so vorgetrieben, daß die Stollendecke noch durchwegs in dichtem und trockenem Tegel etwas unter der wasserführenden Schicht verblieb. Die Querschläge und der Wasserfangstollen wurden später mit Bruchstein ausgeschichtet. Die Wasserfangung wurde mittels 5 cm weiter eiserner Röhren bewirkt, die zusammenschraubbar eingerichtet waren und mit Bauwinden durch die Stollendecke in die wasserführende Rieselschotterschicht aufgetrieben wurden. Das oberste dieser, der Stollenhöhe entsprechend 1,2 m langen Rohre war oben schräg abgeschnitten und am Umfange mit 15 mm weiten Löchern versehen. Die gleichen Rohre wurden auch vom Sohlstollen aus, sowie von einem noch rechts der Bahn hergestellten, 7,0 m langen Querschlage gegen den First getrieben. Durch diese Anlage wurde eine rasche Ableitung des angesammelten Speicherwassers und sodann ein ständiger Abfluß des zulaufenden Wassers erzielt, wonach der Firststollen glatt vorwärts gebracht werden konnte. Trotzdem hat der Ausbau des in der Verwerfung zwischen den Sand- und Schotterschichten und der Tegelzone liegenden Ringes 41 noch immer große Schwierigkeiten geboten, da durch das Abgleiten der mächtigen Sandschicht über der steil abfallenden Verwerfungsfläche ein ganz bedeutender, schräg angreifender Firstdruck auftrat, der eine Verdrückung der sehr kräftigen Zimmerung, ein Niedergehen der 0,40 m starken Kronbalken um 1,20 m am Firste, oder gar den Bruch der Kronbalken zur Folge hatte. Diese Verdrückung konnte noch durch entsprechende Sicherung der Zimmerung aufgehalten und sodann durch Nachnehmen des Gebirges beseitigt werden. Es ist aber zweifellos, daß es ohne die vorausgegangene Entwässerung zu einer vollständigen Zerstörung der Zimmerung und zu einem verheerenden Verbruch gekommen wäre. Die gesamten Tunnelarbeiten sind im Juli 1925 beendet worden.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß die Tunnelröhre mit einem Korbbogenprofil von 5,70 m lichter Höhe über Schwellenoberkante und 5,50 m größter Breite ausgeführt wurde, sowie daß durchwegs Druckprofile angewendet wurden und zwar für 30 m mit 50 cm Gewölbe- und 80 cm Widerlagerstärke, für 222 m mit 60 cm Gewölbe- und 90 cm Widerlagerstärke, für 137,5 m mit 70 cm Gewölbe- und 105 cm Widerlagerstärke und für 134 m mit 80 cm Gewölbe- und 115 cm Widerlagerstärke.

369,1 m der Tunnelröhre mußten mit Sohlgewölben von 50 bis 70 cm Stärke versehen werden, auf eine Länge von 154,4 m konnten sie entfallen. Das Mauerwerk wurde in Bruchstein mit Portlandzementmörtel 1 : 4 (in druckreichen und nassen Stellen 1 : 3) ausgeführt. (Gneis aus dem nächst Friedberg gelegenen sogenannten Wiesenhöfsteinbruche, Zement von der Perlmooser Zementfabrik A. G.). Der Sohlkanal und die Kanaldeckel wurden betoniert.

Die Förderung im Tunnel erfolgte mit zwei Benzinlokomotiven (L = 22 PS, Zugkraft 1250 kg, Spur 76 cm).

Die elektrische Energie wurde von einem liegenden Körtingmotor (15 PS) erzeugt und zwar Gleichstrom mit 220 Volt. Dieser Strom diente für den Antrieb einer Zentrifugalpumpe, die die Wasserhaltung auf der Westseite besorgte und auch für den Antrieb des Seilaufzuges, mit dem, wie bereits erwähnt, die auf der Ostseite benötigten Baustoffe über den Hochstraßrücken befördert wurden. In der Scheitelstrecke, woselbst eine horizontale Ausweiche angelegt war, wurden die Rollwagen umgespannt und auf einem Bremsberg talwärts bis zum Tunnelausgang niedergelassen. Im Scheitel war zu diesem Zwecke ein elektrisch angetriebener Haspel aufgestellt, der auch als Bremswerk für die Talförderung diente. Antriebskraft 8 PS, Neigungsverhältnisse im Schrägaufzuge 8 bis 13 %, im Bremsberge 11,5 bis 13 %, Spur 76 cm, Gesamtlänge 330 + 300 = 630 m. Fördergeschwindigkeit 20 m Min., Förderlast 3 t. Auf der Ausgangsseite erfolgte die Lüftung durch einen Niederdruckventilator, der mittels Riemen von einem 5 PS-Benzinmotor angetrieben wurde.

Die Bauarbeiten waren der Wiener Bauunternehmung Brüder Redlich u. Berger übertragen worden, die neben einheimischen Arbeitskräften eine gutgeschulte italienische Häuer- und Maurerkolonne eingestellt hatte und die ihrem auch im Auslande bekannten guten Rufe beim Bau des Hochstraßtunnels, der unter die schwierigsten in Österreich ausgeführten Tunnelbauten zu zählen ist, vollauf Rechnung getragen hat.

Die Bedeutung der Wildbachverbauung für die Eisenbahnen.

Von Ing. Dr. **O. Härtel**, Ministerialrat im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

Unter den verschiedenartigen Formen der Wirkungsäußerung des Wassers kommt der Tätigkeit als »Wildbach« wegen der verheerenden, elementaren Wirkung eine hervorragende Bedeutung zu.

Als »Wildbach« bezeichnet man ein meist verhältnismäßig kurzes, steiles, in der Trockenzeit oft wasserloses Gerinne, das jedoch bei heftigen Niederschlägen eine rasch eintretende starke Wasserführung aufweist. Die sich im Gerinne sammelnden Wässer führen bereits von den Hängen dem Bache Schutt und Gerölle zu, die Ufer und die Sohle werden angegriffen und in Bewegung gesetzt. Das vom Wildbache geführte Gerölle und Geschiebe, zu dem sich noch Unholz hinzugesellt, wird in der Regel schadenbringend abgelagert, wobei die Geschiebeführung sich zu einem Schlamm- und Schuttstrome, dem Murgang, steigern kann.

Es kann zwar nicht gelingen, der nivellierenden Tätigkeit des Wassers, dem sich noch Wind und Wetter als Helfer zugesellen, seinem Bestreben, Berge abzutragen und Täler auszufüllen, Einhalt zu gebieten; wir müssen uns darauf beschränken, diese nivellierende Tätigkeit in eine für uns möglichst wenig schädliche Bahn zu leiten, sie gegebenenfalls zu verlangsamen und durch geeignete Mittel zeitlich zu unterbinden. Die Mittel zweckentsprechend anzuwenden ist Aufgabe einer zielbewußten W i l d b a c h v e r b a u u n g.

Zahlreiche Siedelungen der Gebirgsbewohner befinden sich auf dem Schuttkegel von Wildbächen, meist am Ausgange des

hlucht, also in einer vom Wildbache sehr gefährdeten Lage. ag auch die Entstehung vieler solcher Siedelungen in dem streben, die versumpften Niederungen zu meiden, zur Zeit r relativen Ruhe des Wildbaches erfolgt sein, so stellten sich ch häufig (vor allem infolge Entwaldung des Einzugsgebietes) chausbrüche ein; diese zwangen die Bewohner zu Schutzıfsnahmen, die naturgemäfs auf den unmittelbaren Schutz der drohten Bauten gerichtet waren. Die Zurückhaltung des rabgeführten Geschiebes war gewöhnlich durch die Ausführung nächst nur einer Stausperre nächst dem Orte versucht worden. nfache Längsbauten im Bereiche der Ortschaft sollten die mittelbare Gefährdung der Gebäude und Liegenschaften verıdern. An die Ausführung von Arbeiten im weiteren Talıern oder gar im obersten Einzugsgebiete des Wildbaches rde zunächst noch gar nicht gedacht und die Erkenntnis, fs das Übel an der Wurzel, im Gebiete des eigentlichen ankheitsherdes gefafst werden mufs, ist noch nicht allzufernen sprungs. Wohl wurden, z. B. in Tirol, bereits in der Mitte s 16. Jahrhunderts Bauten in Wildbächen ausgeführt, aber t Ende des vorigen Jahrhunderts ist die Wildbachverbauung lbewufst und planvoll auf weiten Gebieten in Angriff gemmen worden.

Der Wirkungsbereich, d. h. die schädigende Wirkung eines ldbaches beschränkt sich naturgemäfs nicht auf das Einzugsbiet, das ist das Gebiet der vorwiegenden Schutterzeugung, ıdern tritt in dem Bereich der vorwiegenden Schuttablagerung, o auf dem Schuttkegel augenfällig in Erscheinung. Hier inden sich meist die Siedlungen, wertvolle unersetzliche undstücke, sowie Verkehrswege, vor allem Hauptstrafsen und senbahnen.

Werden demnach die Bahnen bereits am Schuttkegel eines ldbaches unmittelbar bedroht und ist es schon mit Rückht auf die Forderung der Betriebssicherheit geboten, die ädigende Wirkung eines Wildbaches tunlichst auszuschalten, nehmen die Verkehrslinien, vor allem die Bahnen Teil an ı unheilvollen Wirkungen des Wildbaches über sein engeres lagerungsgebiet hinaus. Denn diese Wirkung erstreckt sich ht nur auf den Tallauf, in den der Wildbach einmündet; lmehr werden durch die schadenbringende Zusammenarbeit ganzen Netzes der einmündenden Wildbäche die Abflufshältnisse auch der gröfseren und gröfsten Gewässer nachigst beeinflufst.

In verschiedenen Alpentälern kann man diese unheilvolle rkung der Wildbäche deutlich beobachten. Während Hauptvässer mit grofsem Gefälle (z. B. die Enns im Gesäuse) stande sind, das Geschiebe der einmündenden Wildbäche in ser Gefällsstrecke abzufördern, zeigt sich bei Talläufen mit er geringeren Schleppkraft eine durch die fortschreitende fholung des Talgrundes bedingte Versumpfung, was wir B. im Paltentale und anderen Tälern Steiermarks, am Gail- l Drautale, Inntale, Salzach-Saalachtale und vielen anderen en. In ihrer weiteren Ausbildung führt diese hemmungslose flandung zu einer vollständigen Verschotterung des Hauptes, was z. B. im Lechtale bereits in erschreckendem Mafse gestellt werden kann.

Es ist deshalb bereits die Erkenntnis in weite Kreise erer Bevölkerung gedrungen, dafs die Verbauung der Wildhe nicht nur für die örtliche Landeskultur Bedeutung hat, dern dafs sie auch vom Standpunkte ihrer weiteren Wirkungen die Regulierungsmöglichkeit der Talläufe und der Wohlrtspflege ganzer Täler aus beurteilt werden mufs. Aus diesem nde mufs auch das Interesse der Bahn an der Wildbachbauung beurteilt werden. Zunächst ist die Bahn an der bauung der die Strecke kreuzenden Wildbäche unmittelbar eiligt, doch können ihr die wirtschaftlichen Verhältnisse ızer, von der Bahn durchzogener Täler nicht gleichgültig sein, da sich ein wirtschaftlich darniederliegendes Gebiet auch für die Bahn ungünstig auswirken wird.

Wie erwähnt kommen für die Bahn zunächst jene Wildbäche in Betracht, die den Lauf der Bahn kreuzen; von solchen gibt es in der Republik Österreich, dem ausgesprochenen Lande der Wildbäche, zahllose.

Es kann nicht Zweck der vorliegenden Ausführungen sein, ein erschöpfendes Bild aller Arten von Wildbachverbauungen zu geben, doch sei gestattet, in grofsen Umrissen diese Verbauungsarten zu berühren.

Eine erfolgversprechende Wildbachverbauung mufs trachten, die Ursachen der Verwilderung zu erfassen und ihre Haupttätigkeit in das Gebiet der Geschiebeerzeugung verlegen. Es ist dies keine dankbare Aufgabe, da die Tätigkeit weit weg von menschlichen Siedlungen, daher zunächst unbeachtet erfolgt und die Wirkungen sich nicht immer sofort in dem gewünschten Umfange einstellen. Auch stellt diese Tätigkeit an die ausführenden Stellen in jeder Hinsicht grofse Anforderungen. Wie bei jedem Wasserbau ist es vor allem bei der Wildbachverbauung so bestellt, dafs selten eine Arbeit als vollkommen abgeschlossen angesehen werden kann, sondern dafs unausgesetzte Beobachtungen und Ausgestaltungen notwendig werden können. Immerhin ist jedoch der Hauptzweck erreicht, wenn es gelingt, die Wasserabflufsverhältnisse derart günstig zu beeinflufsen, dafs die unheilvollen Wirkungen auf ein erträgliches Mafs herabgedrückt werden. Besondere Verhältnisse der Bodenbeschaffenheit und der Bodenwirtschaft begünstigen allerdings die Beruhigung eines Wildbaches bei entsprechend reichlicher Ausführung baulicher und forstlicher Mafsnahmen häufig derart günstig, dafs diese Beruhigung restlos eintritt, so dafs zahlreiche Beispiele vollkommener und bereits längere Zeit währender Bändigung von Wildbächen aufzuweisen sind.

Soweit die Geschiebeerzeugung oberhalb der Grenze des Pflanzenwuchses im Bereiche des Kahlgesteins vor sich geht, kommt als wirksamstes Mittel in Betracht, diese Grenze tunlichst weit hinaufzurücken. Kommt doch der Bodendecke eine hervorragende Bedeutung zu; die Pflanzendecke wirkt sowohl auf die ober- als auch auf die unterirdische Wasserableitung verzögernd ein, da die Pflanze dem auffallenden und absickernden Wasser Hindernisse entgegensetzt, selbst Wasser verbraucht und die Verdunstung begünstigt. Durch das Wurzelnetz werden die Bodenbestandteile mechanisch festgehalten, wobei infolge der Durchlüftung und Durchsetzung des Bodens dessen Wasseraufnahmefähigkeit wesentlich gesteigert wird. Unter den verschiedenartigen Kulturgattungen verdient der Wald die höchste Würdigung. Es ist eine Voraussetzung für eine erfolgversprechende Wildbachverbauung, dafs der Wald im Niederschlagsgebiete nicht nur erhalten und entsprechend bewirtschaftet, sondern dafs die Waldgrenze tunlichst hinaufgerückt wird. Dies kann bei berechtigter Berücksichtigung der Alpeninteressen stets erfolgen, da ein Zurückdrängen des Waldes aus Standorten, wo er hingehört, sich an dem Alpbesitzer durch eintretende Verkarstung rächt und für die Allgemeinheit von nachteiliger Wirkung ist. Die Erhaltung der Pflanzendecke, insbesondere des Waldes, ist demnach auf die Erzielung einer möglichst geringen wirksamen Regenhöhe, d. i. des Unterschiedes zwischen der Niederschlagsmenge und den Wasserverlusten von überaus günstigem Einflufs. Die Schliefsung der zunächst unscheinbaren, aber in ihrer Weiterentwicklung häufig unterschätzten Wunden, die dem Boden durch die verschiedenartigsten Ursachen zugefügt werden, erfolgt ebenfalls durch kulturelle Mafsnahmen, deren rechtzeitige Ausführung kostspielige bauliche Vorkehrungen erspart. Bei bereits ausgebildeten Runsen, wo zu der Verwitterung auch die Unterwühlung durch das einsitzende Schadwasser tritt und zu Absitzungen führt, müssen bereits bauliche Vorkehrungen die kulturellen Mafsnahmen unterstützen oder vorbereiten. Die Hebung der Runsen-

sohle mittels Querwerken und Entwässerung der Rutschlehnen haben hier den Verflechtungen und Anpflanzungen der allenfalls abzuböschenden Lehnen voranzugehen. Entwässerungen können auch zur Verhütung von Bergstürzen und Steinschlägen erforderlich werden, wenn diese auf Frostwirkung oder Unterwühlung zurückzuführen sind.

Trotz den in den obersten Grabenteilen durchzuführenden Vorkehrungen gelangen noch bedeutende Geschiebemengen in das eigentliche Wildbachbett, die in diesem an geeigneten Örtlichkeiten durch Querwerke zurückgehalten werden müssen. Die Ausführung solcher Sperrenstaffelungen, durch die einerseits die Geschiebezurückhaltung infolge Schleppkraftverminderung erreicht, andererseits infolge der Sohlenhebung ein Schutz der Lehnenfüfse gegen Unterwaschung und vor allem eine Vernichtung der Angriffskräfte erzielt wird, mufs unter Bedachtnahme auf die Wirkungen der neuen Gefällslinienausbildung erfolgen, damit man vor mitunter unliebsamen Überraschungen tunlichst gesichert ist. Es wird meist notwendig, zunächst die Hauptwerke auszuführen und nach erfolgter Verlandung durch Einschaltung von Werken zweiter, allenfalls dritter Ordnung die erforderliche Längenprofilausbildung zu erzielen. Wenn es sich darum handelt, die vorhandene oder geschaffene Sohle zu halten, ohne dafs ihre weitere Hebung oder sonstige Veränderung zweckmäfsig oder erwünscht ist, empfiehlt sich der Einbau von Grundschwellen, das sind Querwerke, deren Krone in Sohlenhöhe liegt. Durch die Ausführung einer sach- und plangemäfsen Staffelung mit Sperren und Grundschwellen, bei der die Sohle gehoben und die Angriffskraft des Wassers herabgesetzt wird, erfolgt auch schon eine gewisse, in manchen Fällen sogar ausreichende Sicherung der Lehnenfüfse. Meistens ist jedoch erforderlich Zusatzbauten, die in der Längsrichtung des Baches zu führen sind, zu errichten, wobei Mauern aller Art, Streichwände, Faschinen- und Flechtwerkbauten, mitunter Drahtschotterbauten ausgeführt werden. Auf die Verhinderung des Längskolkes ist dabei besonders Rücksicht zu nehmen.

Selbst bei einer weitgehenden Verbauung im Talinnern erscheinen Vorkehrungen auf dem Schuttkegel meist erforderlich; dies um so mehr, wenn was häufig der Fall ist, Bauten, Nutzländereien oder Verkehrswege, vor allem Bahnlinien, gefährdet sind. Während der Schutz von Baulichkeiten und Nutzländereien so gut wie immer bei Vorhandensein der erforderlichen Geldmittel möglich ist, ergeben sich bei den den Bach überquerenden Verkehrswegen — insbesondere Bahnlinien — mitunter erhebliche Schwierigkeiten. Durch die Höhenlage der Bahn ist der verfügbare Spielraum für eine Unterführung meist unabänderlich gegeben, da die bei ein Strafse leichter mögliche Änderung der Höhenlage bei ein Bahn — wenn überhaupt durchführbar — sehr kostspielig i Andrerseits wurde häufig bei der Festlegung der Höhenla auf den Schuttkegel nicht entsprechend Rücksicht genomme so sind nicht selten Einschnitte im Schuttkegelbereiche v handen, was bei der grofsen Empfindlichkeit des Längenschnit der Schutzkegelstrecke zu schwierigen Zuständen führt. bezüglich des Bahnkörpers im Bereich des Baches mit gegeben Verhältnissen zu rechnen ist, müssen Vorkehrungen gesuc werden, die beide Forderungen der unschädlichen Durchleitu des Wildbaches unter dem Bahnkörper und die Rücksicht Sonderverhältnisse des Wildbaches in Einklang bringen. die unerwünschte Tiefenlage der Bahnbrücke meist einen Bru im Längenschnitt des Baches zur Folge hat, wird oft versuc den Ausfall an Schleppkraft durch Verminderung der Reibu wettzumachen und den Bach in einem glatten Gerinne du den Bahnkörper zu leiten. Dies ist nur dann von dauernd Erfolge begleitet, wenn der Bach noch innerhalb der erford lichen Schleppkraftgröfse in einen Sammler mündet, der Geschiebe weiterbringt, das sonst eine rückschreitende A landung unfehlbar den Bahnkörper gefährden mufs. In solch Fällen bildet die Vorschaltung eines ausgiebigen Ablagerun platzes ein Auskunftsmittel, das jedoch neben einer ständi Aufnahmefähigkeit des Kiesfanges eine tunlichst wirksame V bauung des Einzuggebietes zur Voraussetzung hat. Bei ein entsprechend tiefen Bahneinschnitte im Schuttkegel ist mitun die Überleitung des Baches möglich. Die Wahl genüg breiter Kunstbauten ist eine weitere Voraussetzung für i klaglose Wirkung. Begreiflicherweise sind bezüglich der W des Platzes der Brücken die Nebenbahnen wesentlich ungünsti daran, doch ist auch bei Hauptbahnen in dieser Beziehu vieles zu verbessern. In Zusammenarbeit einer zielbewufs Wildbachverbauung mit der verständnisvollen Bahnerhaltung w es sicher gelingen, allseits befriedigende Verhältnisse zu schaf

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Instandhaltu ausgeführter Wildbachverbauungen und die Beaufsichtig sowie Reinhaltung sowohl der verbauten als auch der unv bauten Wildbäche. Eine strenge Handhabung der einschlägi Vorschriften dient dem Nutzen aller.

Im Zusammenhange sei noch auf die Ausführung Lawinenverbauungen hingewiesen, für die von der Ba verwaltung vorbildliche Anlagen geschaffen wurden, die zuständigen Beamten des Wildbachverbauungsdienstes als V bild dienen können.

Über Lehnensicherung.

Von Ministerialrat Ing. **Lehar**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Die österreichischen Eisenbahnen führen zum überwiegenden Teil in gebirgigem Gelände. Die Schwierigkeiten der Linienführung dortselbst offenbaren sich schon dem Auge des nicht fachkundigen Reisenden. Hohe Dämme wechseln mit tiefen Einschnitten, über kunstvolle Bauten, an Felswänden entlang, oder am Fufse hoher Gebirgsstöcke zieht die Bahn, so die herrlichsten Täler unseres an Naturschönheiten reichen Landes erschliefsend. Neben der viel früher gebauten Strafse und dem Flufslaufe findet sie oft kaum noch Platz und stört auf ihrem Wege einerseits dem nach Naturgesetzen entstandenen Beharrungszustand der Talbildung, anderseits tritt sie in den Wirkungsbereich der durch solche Naturkräfte stets wieder hervorgerufenen Ereignisse.

Die wichtigste Aufgabe des Eisenbahntechnikers ist es daher, durch geeignete Vorkehrungen beim Bau und später bei der Erhaltung des Bahnkörpers den gestörten Gleichgewichtszustand wieder herzustellen und den Schienenweg gegen die Folgewirkungen der Naturkräfte möglichst zu schützen.

Einen breiten Raum nimmt hier die Sicherung der Leh ein. Von der Behebung einfacher Rutschungen bis zur V bauung hoher felsiger Berglehnen mit ihren Lawinen, St schlägen und Felsstürzen liegt ein ausgedehntes Betätigu feld. Nicht immer gelingt es, einen Ruhezustand zu erreich auch ist es manchmal nicht möglich, innerhalb der Gren der Wirtschaftlichkeit durch weitgehende Verbauung der Be lehnen die darunter liegende Bahn vollkommen zu schütz Wenn es sich um wichtige Linien handelt, deren Betrieb n gestört werden darf, dann erübrigt oft nichts als die k spielige Herstellung von Lawinen- und Steinschlaggalerien, Schutzdächern, von Linienverlegungen oder die Führung Bahnlinie im Tunnel, wie es z. B. am Arlberg in mehre Fällen geschehen mufste (Moltertobel-, Spreubach- und Wild tobeltunnel). Andernfalls mufs durch einen besonderen Üb wachungsdienst dafür gesorgt werden, dafs gefährdende Er nisse rechtzeitig wahrgenommen werden.

Am kostspieligsten sind die Sicherungen gegen Lawin

ahren, weil hierbei meist Herstellungen in grofser Höhe r der Bahn, an den Orten, wo die Lawine sich bildet, vor- ommen oder kräftige Bauten unmittelbar an der Bahn wie winenschutzdächer, Galerien, Tunnel usw. ausgeführt werden ssen. Eine Aufforstung, der beste Schutz gegen die Bildung Lawinen, führt dort nicht zum Ziele, wo das Entstehungs- iet über der Baumgrenze liegt. Hier mufs durch Anlegung Mauern und Schneerechen die Lawinenbildung verhindert den (z. B. Verbauung der Feuersanglawine nächst Böckstein die ausgedehnten Verbauungen im Arlberggebiet). Wo h Vernichtung der Waldkulturen durch Brände Lawinen- lungen in geringerer Höhe entstehen, müssen solche Ver- ungen vorerst die mühsam vorgenommene Aufforstung und Anwuchs der neuen Bestände schützen (Weilenstein am nner, Pflerscher Lehne). Wenn die Verbauungen uner- wingliche Kosten verursachen würden, müssen durch einen gfältig eingerichteten Beobachtungsdienst alle für die Lawinen- lung in Betracht kommenden Voraussetzungen rechtzeitig afst werden, damit die Talstationen, fernmündlich gewarnt, kritischen Momenten den Verkehr sogleich einstellen können winenbeobachtungsstation im Tamischbachturmgebiet am terriegel bei Hieflau).

Ausführliche Schilderungen der »Sicherung des Eisenbahn- riebes gegen Lawinengefahren« von Ministerialrat Ing. Bier- umer finden sich im Heft 17 des Jahrgangs 1925 dieser tschrift.

Die Sicherung der Rutschlehnen geschieht in mannigfacher und es ist jeder Fall nach vorangegangener gründlicher lenuntersuchung für sich zu beurteilen und zu behandeln. der Regel wird mit der Behebung der unmittelbaren Ursache her Rutschungen, also mit Entwässerung der Lehne das l erreicht sein. Am zweckmäfsigsten ist es, das Wasser on an der Eintrittstelle, wenn es von der Oberfläche aus ringt, abzufangen und in Gräben (Kopfgräben) und ge- asterten Mulden abzuleiten. Andernfalls mufs durch Schlitze Lehne entwässert, bei schwierigen und ausgedehnten tschungen auch oft durch Stollen, die nachher auszuschlichten d, den Quellen nachgegangen werden. Früher hat man ist mit Steinrippen, die oft durch Bogen verspannt wurden, rbeitet, heute werden nebst diesen auch vielfach zur Ver- idung einer Beschwerung der Rutschflächen nur Kohlenlösche- litze mit Drainagerohren angewendet.

In ganz leichten Fällen, nämlich bei Schalenrutschungen, nicht weit reichen, genügt nach Wiederaufholung und Ver- htung der Böschung eine Bepflanzung mit tief wurzelnden wächsen (Erlen, Akazien usw.). Die Akazie, welche die chung mit sehr tiefen Wurzeln rasch bewächst, hat wegen er leichten Verwilderung und der dadurch bedingten steten ge viele Gegner.

Wo die Böschung mit Steinen durchsetzt ist, dann bei Schotter- Konglomeratlehnen werden nebst den normalen Abräumungen h Sicherungen der Bahn in Gestalt von Schienenpalisaden- den errichtet.

Die Behebung von Rutschungen nimmt oft aufserordent- en Umfang an und erfordert manchmal sogar Linien- legungen wie bei km 70,9/71,3 der Strecke Wien—Gmünd. den durch tiefreichende Geländerutschungen gefährdeten nkörper dauernd zu schützen, wurde die Bahn seitlich auf en 300 m langen Viadukt verlegt, dessen Pfeiler auf den 17 18 m tief liegenden Felskörper aufgesetzt wurden.

Die Felslehnen, die durch Steinschlag und Felsabstürze ährlich werden können, lassen sich in zwei Gruppen teilen. ersten gehören die Felswände (natürliche Wände oder seinschnitte), die entlang der Bahn ziehen, mit dem oberen nde als Felslehnen aufhören, im weiteren Verlauf bei heren Neigungen dann meist gut bewachsen sind und keine keren Steine und Felspartien mehr enthalten.

Die zweite Gruppe bilden jene steilen Lehnen, die oft viele hunderte von Metern über die Bahn hinaufreichen und bei mangelhafter Bewachsung überall zerklüftete Felswände, Felsnester oder lockere Steingruppen eingesprengt enthalten.

Bei beiden sind Wasser- und Frostwirkung die Ursachen der fortwährenden Verschlechterung der Lehnen und der dadurch erfolgenden Abstürze.

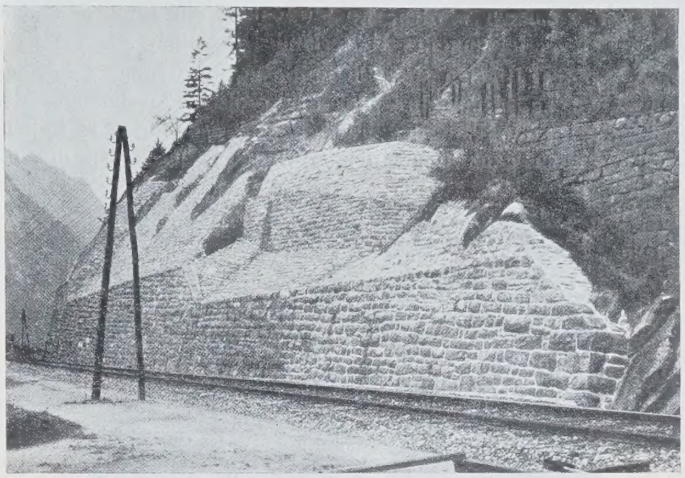


Abb. 1. Lehnensanierung bei km 122,8/9 der Strecke Innsbruck—Bludenz.

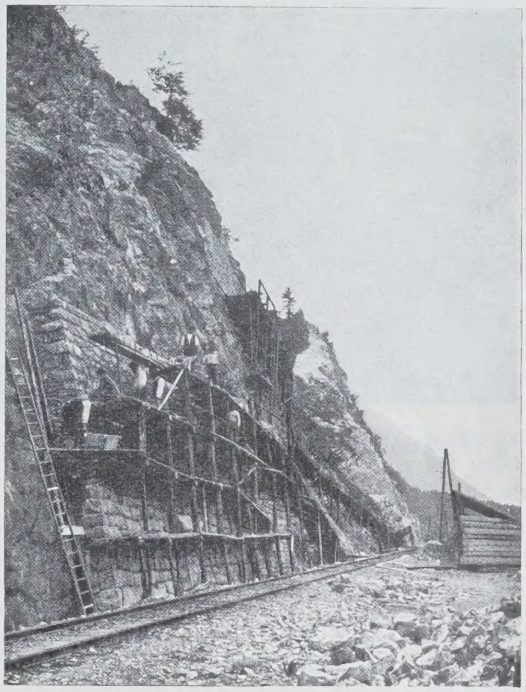


Abb. 2. Verkleidungsmauer bei km 118,1/2 der Strecke Innsbruck—Bludenz.

Die Sicherung des Bahnkörpers wird bei der ersten Gruppe durch alljährlich mindestens zweimalige Abräumung der lockeren Teile (Herbst und Frühjahr) und durch planvolle Verbauung, wo eine solche notwendig ist, vollkommen zu erreichen sein (Abb. 1, Lehnensanierung 122,8/9 der Strecke Innsbruck—Bludenz nächst Dalaas). Meist wird durch schwache Verkleidungsmauern, welche die Einwirkung der Witterungsein- flüsse abhalten (Abb. 2, Verkleidungsmauer bei km 118,1/2 der Strecke Innsbruck—Bludenz nächst Danöfen), durch Ver-

mauerung von solchen Lassen, in denen das Wasser eindringen könnte, ferner durch Untermauerung der überhängenden oder absturzgefährlichen Felspartien der Zweck erreicht werden können. Statisch wirkende Mauern werden nur in den seltensten Fällen angewendet zu werden brauchen, weil die zerklüfteten Felsen noch gut auf ihrer oft zackigen Unterlage haften und bei Abhaltung des Wasserzuflusses eine wesentliche Verschlechterung nicht mehr eintreten wird. Absprengungen sollen nur dort vorgenommen werden, wo tatsächlich ein Enderfolg ohne neuerliche Verletzung des Hinterlandes erzielbar ist.

Am sorgfältigsten sind die in die zweite Gruppe gehörigen Felslehnen zu behandeln. Bei der grofsen Ausdehnung der Lehnen wird die Sanierung hier oft sehr schwierig, ja in einzelnen Fällen ganz unmöglich sein, da insbesondere die oft

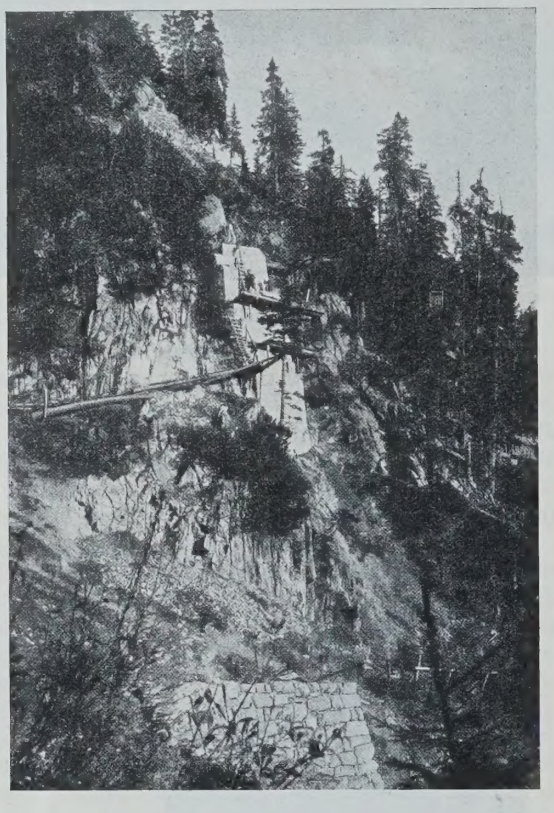


Abb. 3. Steinschlagverbauung im „Längentobel" bei Langen am Arlberg.

bestehende Unzugänglichkeit der gefährlichen Felspartien die Arbeiten sehr erschwert und vielfach unmöglich macht. In allen Fällen mufs vorerst ein gut durchgebildeter Beobachtungs- und Überwachungsdienst Platz greifen. Ein solcher wird nur dann Erfolg versprechen, wenn er vollkommen plangemäfs eingerichtet und mit Pflichteifer von allen beteiligten Bediensteten ausgeführt wird.

Der Lehnenbegehungsdienst ist Vertrauenssache, daher sind hierzu nur verläfsliche, erprobte Bedienstete zu verwenden. In gefährlichen, schwer zugänglichen Strecken sollen immer zwei Bedienstete zusammen gehen, damit sie einander helfen können.

Das gefährliche Gebiet mufs in Abschnitte geteilt werden, in denen alle in Betracht kommenden Felspartien, wenn auch nur skizzenhaft, in Lageplänen festgehalten werden. Alle diese Partien müssen unter Beobachtung stehen. Durch Anlage von Fufswegen sollen sie womöglich leicht zugänglich gemacht werden. Sodann sind in den bestehenden Lassen Beobachtungsmarken aus Beton (Spione) anzubringen, so dafs es dem Beobachter auch möglich ist, jede, selbst die kleinste Beweg und Unruhe feststellen zu können, damit sodann geeigi Mafsnahmen getroffen werden. Oft wird man solche Mar durch fest anzubringende Leitern (aus Waldlatten an Ort Stelle angefertigt) zugänglich zu machen haben. An gefä lichen Wegstellen müssen Geländer hergestellt werden. Sod mufs ein plangemäfser Lehnenbegehungsdienst eingeric werden, bei dem je nach der Gefährlichkeit und Wichtigk auch nach den Witterungsverhältnissen und der Jahres geeignete Bedienstete in entsprechend oftmaliger Begeh alle diese Stellen abgehen und eintretende Veränderun sofort melden.

Werden solche festgestellt, so setzt die Sicherung betreffenden Lehnenteils ein. Sie besteht entweder in räumung oder Untermauerung (Abb. 3, Steinschlagverbau im »Längentobel« bei Langen), in Errichtung von Fangmau

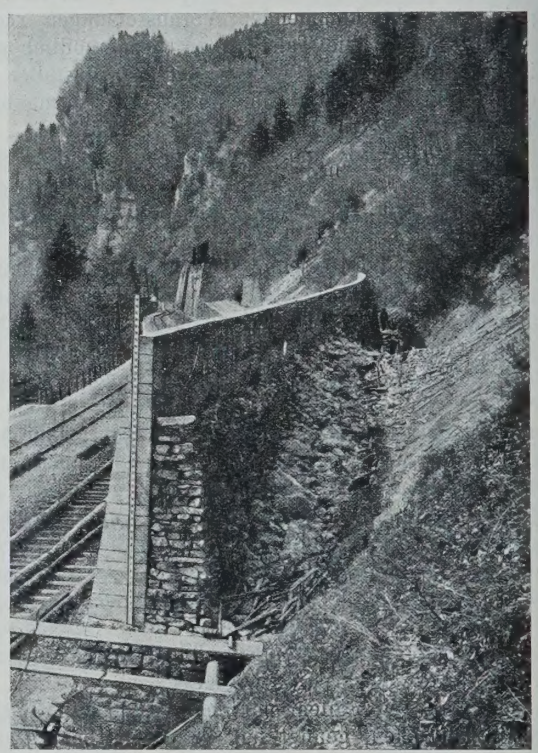


Abb. 4. Steinfangwände am Bahnhof Hintergasse der Streck Innsbruck—Bludenz.

mit Erdhinterfüllung am Fufse der Lehne (Abb. 4, Steinfa wände im Bahnhof Hintergasse), weiter in der Herstell von Schutzdächern, Galerien oder Tunneln. In Ausnah fällen, wenn eine Untermauerung oder eine andere Siche nicht möglich ist, kommt auch die Absprengung solcher Ste in Betracht. Eine bemerkenswerte Felsabsprengung nä Johnsbach im Gesäuse schildert der Artikel des Oberbaur Ing. Pokorny im vorliegenden Heft. Schienenpalisadenwä oder Holzverhaue sind nur dort anzuwenden, wo der lebendi Kraft abstürzender Steine durch solche Wände mit Er begegnet werden kann, beispielsweise unmittelbar am F von Felswänden, wo senkrecht abstürzende Steine zum er Male auffallen, noch nicht springen und noch keine Bewegu geschwindigkeit haben (Abb. 5, Steinschlagwände km 79, Innsbruck—Bludenz, Abb. 6, grofser Holzverhau im Gypsbr tobel, km 119,7/8 Innsbruck—Bludenz).

Werden bei den Lehnenbegehungen einzelne Steine getroffen, die möglicherweise zum Rollen kommen könnten, sind sie, wenn der Bedienstete dies gefahrlos tun kann, so

stützen oder sicher zu lagern. Sodann sind sie von dem nnentrupp zu zerkleinern oder vollkommen standfest zu machen r einzugraben.

Besonderes Augenmerk ist auch der Aufforstung der Lehnen uwenden. Die zu versetzenden Pflanzen sollen womöglich eigenen Forstgärten selbst gezogen werden, damit sie sich

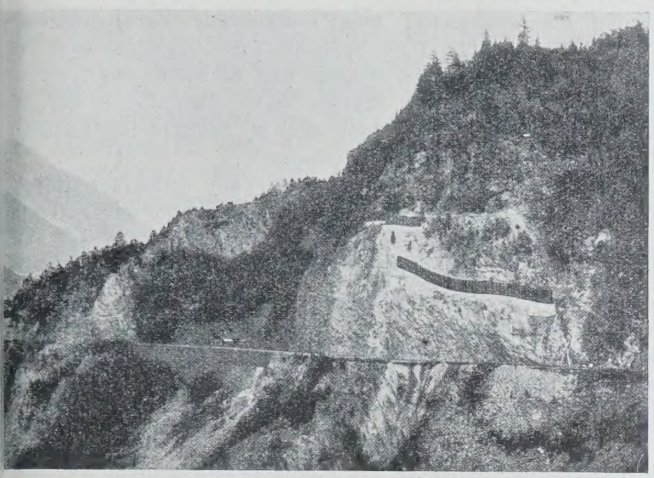


Abb. 5. Steinschlagwände bei km 79,1/2 der Strecke Innsbruck—Bludenz.

n in ihrem ersten Wachstum an das gegebene Klima öhnen. Diese Aufforstung ist nicht allein deshalb wichtig, sie die Verkarstung der Lehnen verhindern soll, sondern in vielen Fällen erfahrungsgemäfs Steinschläge durch die dbäume vollkommen zum Stillstand gelangt sind.

Die Sanierung ausgedehnter, hoher Lehnen ist mitunter deswegen schwierig, weil viele Arbeiten auf fremdem en vorgenommen werden müssen, so dafs zuerst eine Verein- ng mit dem Besitzer stattzufinden hat. Fremde Wälder steinsturzgefährlichen Lehnen sollen daher nach Möglichkeit angekauft werden. Mindestens ist durch Bannlegung eine Abforstung zu verhindern oder einzuschränken.

Neben den Lehnenbegehungen müssen nicht vollkommen gesicherte Bahnstellen noch besonders überwacht werden. Diese Überwachung ist entweder ständig oder fallweise, von der Witterung abhängend. In beiden Fällen ist die Art des

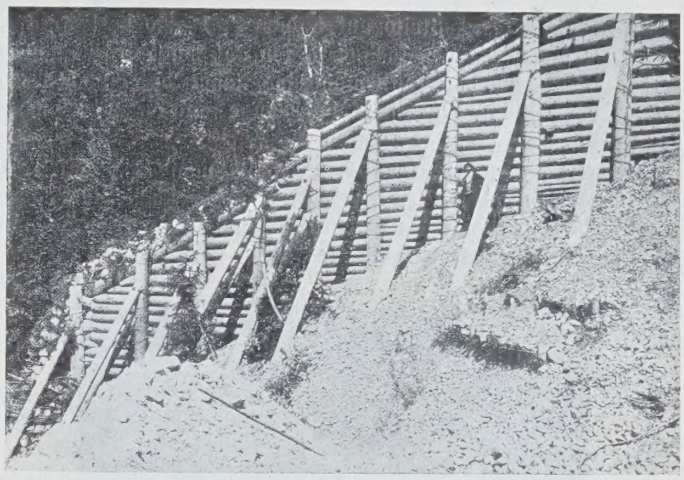


Abb. 6. Grofser Holzverbau im Gypsbruchtobel bei km 119,7/8 der Strecke Innsbruck—Bludenz.

Dienstes, der in der Regel in der Begehung eines zugewiesenen Streckenteils besteht, im Regeldienste festzulegen. Die fallweise Überwachung mufs so eingerichtet sein, dafs sie selbsttätig mit Eintreten der gefahrdrohenden Witterung einsetzt. Die sonst den eigentlichen Bahnaufsichtsdienst besorgenden Bediensteten müssen auf ihre Verläfslichkeit geprüft und bei besonderer Wichtigkeit ihres Dienstes mit Kontrolluhren ausgerüstet sein (z. B. die Streckenbegeher im Gesäuse zwischen Hieflau und Gesäuseeingang oder längs der Loderleiten bei Steyr).

Eine Felssprengung im Gesäuse.

Von Oberbaurat Ing. **Pokorny**, Bahnerhaltungskontrolleur bei der Bundesbahndirektion Villach.

Die Enns durchbricht in dem besonders in Bergsteigersen bekannten und beliebten Gesäuse die nördlichen Kalkn. Die Bahnlinie, welche hier dem Laufe der Enns folgt, andschaftlich eine der schönsten in unserer Bergwelt. Die igsten Reisenden machen sich wohl darüber Gedanken, welche me von Arbeit und welch hohe Kosten es verursacht, den ieb auf dieser Strecke so sicher zu gestalten, dafs nach schlicher Voraussicht Unfälle durch Naturereignisse als eschlossen gelten können.

Besonders Steinschläge von den mehrere hundert Meter n, fast senkrechten Felswänden sind zu befürchten. Die dige Überwachung der Bahnlinie durch eigene Lehnenwächter, he die ihnen zugewiesene Strecke wiederholt bei Tag und ht, an besonders gefährdeten Stellen sogar vor jedem Zuge egehen haben, genügt aber nicht. Die Berglehnen und wände selbst werden jahraus, jahrein von einer ausgesuchten nschaft durchstiegen und durchklettert. Steinfänge werden chtet, Felsblöcke, die infolge ihrer unsicheren Lagerung ıstürzen drohen, werden untermauert oder abgesprengt.

Die Absprengung einer solchen gewaltigen Felsmasse erwies im abgelaufenen Jahre als notwendig (Abb. 1).

Über den Verlauf sei hier berichtet.

Zu Beginn des Sommers 1926 wurde wahrgenommen, dafs in unmittelbarer Nähe der Haltestelle Johnsbach etwa 200 m der Bahn bei einem schon längere Zeit unter Beobachtung stehenden gröfseren Felswandstück ein vorhandener Rifs erweitert habe.

Eine sofort vorgenommene eingehende Untersuchung und Besichtigung hatte folgendes Ergebnis: In einer unten senkrechten, oben mehr als 60° geneigten Wand befand sich eine vorspringende Felspartie von etwa 45 m Höhe, die oben und in der Mitte 20 bis 25 m breit war, und nach unten spitz zulief. Das ganze Felswandstück war mehrfach von Rissen durchzogen. Zwischen dieser Felspartie und dem festen Gestein zog sich allem Anschein nach eine ziemlich ausgedehnte wasserführende Lasse durch, da am unteren Ende des spitz zulaufenden Felsens feuchte Stellen zu bemerken waren. Die Mächtigkeit der Felspartie betrug schätzungsweise an der ungünstigsten Stelle 6 m. Der Rauminhalt jenes Teiles, welcher ein so lockeres Gefüge zeigte, dafs mit seinem Absturz gerechnet werden mufste, war annähernd 1500 m^3.

Es war somit der Augenblick gekommen, wo man sich mit einer blofsen Beobachtung nicht mehr begnügen konnte, sondern es mufsten Mafsnahmen gegen einen allfälligen, zeitlich nicht vorherzusehenden Absturz der Felspartie getroffen werden.

Eine Untermauerung des überhängenden Felsens war ausgeschlossen, da kein Fufs für eine Mauer vorhanden war. Man entschlofs sich daher den Felsen abzusprengen, wobei folgende Bedingungen berücksichtigt werden mufsten:

1. Um möglichst wenige und nur kurze Unterbrechungen des Zugverkehrs zu erzielen, durften nicht allzuviele Teilsprengungen stattfinden.
2. Das Wandstück mufste bei den Sprengungen so zerkleinert werden, dafs keine allzugrofsen Blöcke auf den Bahnkörper gelangen konnten.
3. Durch die Sprengung durften die benachbarten, noch festen Felswandteile auf keinen Fall gelockert werden.
4. Es mufste damit gerechnet werden, dafs bei Teilsprengungen infolge des lockeren Gefüges möglicherweise eine gröfsere oder sogar die ganze Felsmenge auf einmal abgehen könnte.

Unter diesen Umständen entschlofs man sich auf Teilsprengungen überhaupt zu verzichten. Aber auch die Anlage von Kammerminen und die Verwendung grofser Munitionsmengen konnte nicht in Betracht kommen.

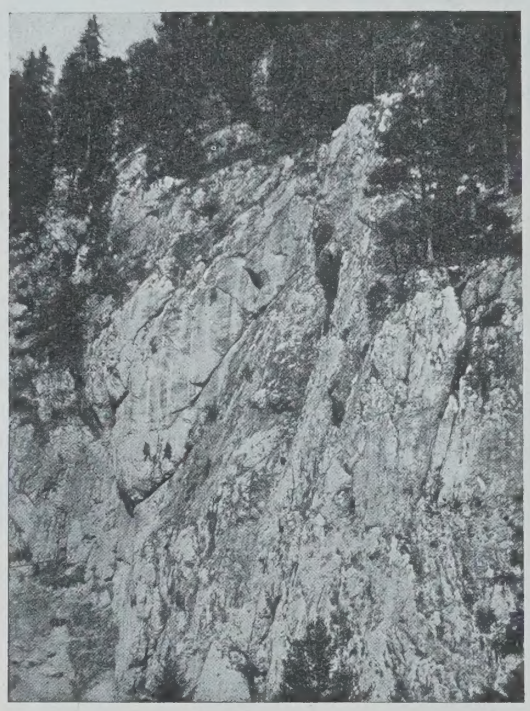


Abb. 1. Felsmasse vor der Absprengung.

Es wurde daher folgender Vorgang beschlossen: Über die ganze Felspartie verteilt werden Bohrlöcher zur Aufnahme der Sprengladungen vorbereitet. Diese Arbeit wird bis Mitte September fertiggestellt, damit unmittelbar nach Aufserkrafttreten der Sommerfahrordnung die Sprengung vorgenommen werden kann. Zur Sprengung wird ein Sicherheitssprengstoff verwendet, da bei so zahlreichen Schüssen mit Versagern gerechnet werden mufste, die beim Abräumen des Schuttes möglicherweise hätten verhängnisvoll werden können. Durch gleichzeitige Entzündung aller Bohrschüsse soll die ganze lockere Felspartie womöglich auf einmal abgesprengt werden. Gelingt dies nicht, so ist doch zu erwarten, dafs nur mehr verhältnismäfsig geringfügige Nachsprengungen nötig sein werden, um alle lockeren Felspartien zum Absturze zu bringen.

Auf Grund dieses Planes schritt man nun an die Ausführung. Zunächst wurde an einer geeigneten Stelle oberhalb des Felsens eine Abseilstelle mit einem kleinen Unterstand errichtet. Sodann wurden die Bohrlöcher — insgesamt 31 Stück — mit Handbohrern hergestellt. Die Arbeiter mufsten auf einem Hängegerüst in der senkrechten Felswand angeseilt die Bohrarbeiten durchführen. Besonders mühsam war die Versorgung mit Wasser, weil es vom Tal zur Arbeitsstelle getragen werden mufs Die Bohrlöcher wurden am Fufse des Felsens in geringe Abständen voneinander angeordnet als in den oberen Parti da es sich darum handelte, die dortigen unsicher gelager Teile des Felsens unter allen Umständen abzusprengen. lockeren oberen Felspartien sollten, wenn sie ihren Stützpu verloren, nachstürzen. Wenn auch durch die getroffene A teilung der Bohrlöcher eine weitgehende Zerkleinerung Felsens im Augenblicke der Sprengung nicht gewährleistet wur so konnte man doch damit rechnen, dafs die abstürzenden gröfse Felsblöcke während des Sturzes durch Auffallen in der Wa noch weiter zerkleinert werden und so gröfsere Beschädigung der Bahnanlagen vermieden blieben.

Die Bohrarbeiten wurden von der Bahnverwaltung Eigenbetriebe durchgeführt. Die Verwendung einer Gestei bohrmaschine hätte wohl die Arbeitszeit, die für das Boh aufgewendet werden mufste, wesentlich verringert. Es stan jedoch hierfür keine geeigneten Einrichtungen zur Verfügu Als später in Erfahrung gebracht wurde, dafs die Pioniertru über eine, auch in diesem unwegsamen Gelände verwendba leistungsfähige Bohrmaschine verfüge, lohnte es sich nicht me die letzten Bohrlöcher auf maschinellem Wege herzustellen.

Um eine so umfangreiche Sprengung im Eigenbetri durchzuführen, fehlte es der Bahnverwaltung nicht nur an nötigen Einrichtungen, sondern es stand hierfür auch ke entsprechend geschulte Mannschaft zur Verfügung. Auf Ersuc der Bahnverwaltung übernahm das Pionierbataillon Nr. 5 Graz mit Zustimmung des Bundesministeriums für Heerwe die Durchführung der Sprengung. In dem vom Kommandan der Pionierabteilung aufgestellten Entwurf war das gleichzeit Arbeiten von drei Sprengmeistern vorgesehen, da die Gr des Felsens es gestattete, bei den Ladearbeiten drei Grup gleichzeitig zu verwenden, ohne dafs eine gegenseitige Behinder zu befürchten war.

Von der Bahnverwaltung wurde inzwischen in gleic Höhe mit der Sprengstelle etwa 100 m von dieser entfe in geschützter Lage ein zweiter Unterstand errichtet, der z Schutze der während der Sprengung oben bleibenden Mannsch bestimmt war, und wo der Zündapparat und eine Teleph station untergebracht werden sollten. Ferner wurden bei Steinfängen, die sich in den zwei unterhalb des Felsens ge das Tal hinziehenden Runsen befanden, die Riegel entfe da anzunehmen war, dafs sie von den abstürzenden Felsmas vollständig zertrümmert würden.

Am 21. September früh wurde mit den Vorarbeiten z Laden begonnen. Die drei der Pionierabteilung angehören Sprengmeister liefsen sich mit ihren drei von der Bahnverwaltu beigestellten Helfern abseilen. Die Bohrlöcher wurden gerein mit Holzpfropfen verschlossen und mit Nummern bezeich die Tiefe und die Entfernung der Bohrlöcher untereinan gemessen, soweit dies notwendig war, um die Länge Zündleitungen zu ermitteln.

Auf Grund der Messungen wurde folgender Arbeits- u Zündplan ausgearbeitet (Abb. 2).

a) Arbeitsplan. Alle 31 Bohrschüsse wurden in Grup zu je drei bis fünf Stück zusammengefafst und auf diese We acht Gruppen gebildet. Die Gruppen wurden mit den Bu staben a bis h, die Bohrschüsse mit Nummern bezeich Dem ersten Sprengmeister wurden die Gruppen a, b, c, insgesamt zwölf Bohrschüssen zugewiesen; dem zweiten Spre meister waren die Gruppen d, e, f mit zehn Bohrschüssen üb tragen, dem dritten die Gruppen g und h mit neun Bohrschüss

b) Zündplan. Bei der Wahl des Sprengstoffs liefs s der Kommandant von folgenden Erwägungen leiten. Es konn nur Ekrasit oder Dynamon in Betracht kommen, da Dyna kein Sicherheitssprengstoff ist. Ekrasit ist zwar etwas brisan als Dynamon, es ist aber hart und läfst sich deshalb an

ınd der Bohrlöcher mit dem Ladestock nicht gut anpressen. entstehen Luftpolster, durch welche die Brisanz aufser- lentlich leidet. Dynamon ist weich, mehlartig und kann t dem Ladestock vollkommen gefahrlos überall fest an die ındungen der Bohrlöcher angepreſst werden. Hierdurch wird Brisanz wesentlich vergröfsert. Da Dynamon überdies auch :h gegen Reibung und Schlag vollständig unempfindlich ist, hlte der Kommandant der Pionierabteilung Dynamon als engstoff. Für jeden Bohrschufs wurde die der Bohrlochtiefe sprechende Munitionsmenge festgesetzt und mit der nötigen zahl von Dynamonpatronen im Zündplan angegeben. Es ren insgesamt für alle 31 Bohrschüsse 257 Patronen zu kg erforderlich. Für jeden Bohrschufs war eine Dynamon- rone als Sprengpatrone vorgesehen, die mit einer Spreng- ɔsel auszurüsten war, an welche eine Knallzündschnur von entsprechenden Länge angebracht wurde. Ferner wurden

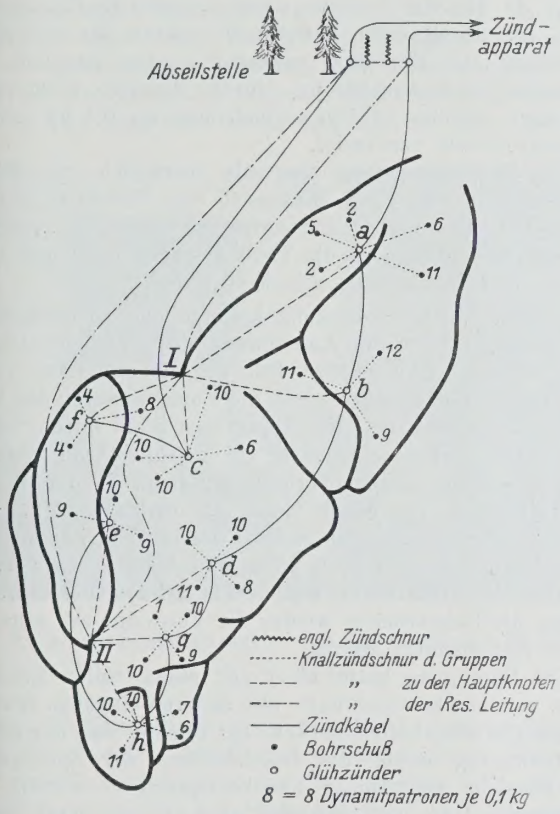


Abb. 2. Arbeits- und Zündplan.

Zündplan noch folgende Anordnungen getroffen: Die Knall- dschnüre einer Gruppe von Bohrschüssen wurden zu einem ɔten vereinigt, in dessen Mitte ein Glühzünder angeordnet . Die dafür erforderlichen acht Glühzünder wurden hinter- ınder in das Zündkabel der elektrischen Zündleitung ein- chaltet. Die Zündleitung wurde von dem im Unterstand ndlichen Zündapparat zu den Glühzündern der einzelnen ıppen, wie im Plan angegeben, gelegt. (Die Glühzünder l derart eingerichtet, dafs sie auch hintereinander geschaltet den können, ohne dafs befürchtet werden mufs, dafs der ɔmkreis der elektrischen Zündung vorzeitig unterbrochen d und dafs infolgedessen eine Reihe von Schüssen gar nicht Explosion kommt.) Die auf elektrischem Wege hervor- ufene Explosion der acht Glühzünder wurde durch Knall- dschnüre auf alle Bohrschüsse gleichzeitig übertragen. ser der elektrischen Zündleitung wurde im Zündplane noch e Reservezündleitung aus Knallzündschnüren vorgesehen, che dann verwendet werden sollte, wenn die elektrische Zündung aus irgend einem Grunde versagte. Für die Legung dieser Reserveleitung wurden folgende Anordnungen getroffen: Die Reserveleitung wurde von der Abseilstelle aus in Gestalt einer Schleife bis zur unteren Felspartie gelegt. An beiden Enden (an der Abseilstelle) wurde sie durch Glühzünder mit der elektrischen Zündleitung verbunden. In der Reserveleitung wurden zwei Knoten — I und II — mit je einer Sprengkapsel angeordnet, der Knoten I durch Knallzündschnüre mit den Gruppen a, b, c, f, der Knoten II mit den Gruppen d, e, g, h verbunden. Die Reserveleitung sollte im Bedarfsfalle durch Abbrennen zweier englischen Zündschnüre von entsprechender Länge zur Wirkung kommen. Mithin war auch bei Verwendung der Reserveleitung die gleichzeitige Abfeuerung aller Bohrschüsse gesichert. Die Reserveleitung hätte auch dann Verwendung finden müssen, wenn infolge atmosphärischer Einflüsse — Gewitterbildung — das Legen der elektrischen Zündleitung zu gefährlich gewesen wäre. Dies war auch ein Grund dafür, dafs die Bohrschüsse selbst nicht für elektrische Zündung mit Glühzündern, sondern mit Sprengkapseln ausgerüstet wurden.

Diesem wohldurchdachten und ausgezeichnet ausgearbeiteten Arbeits- und Zündplane ist es in allererster Linie zu danken, dafs die Sprengung klaglos vor sich ging.

Am Nachmittag des 21. September wurde von der Mannschaft auf Grund des Zündplanes die Munition für jeden einzelnen Bohrschufs vorbereitet und mit der Nummer des zugehörigen Bohrloches gekennzeichnet, das Zündkabel, die Reserveleitung und die Knallzündschnüre wurden abgelängt und gleichfalls nach den Gruppen bezeichnet.

Durch diese Vorbereitungen waren Irrtümer bei den Ladearbeiten vollkommen ausgeschlossen.

Von der Bahnverwaltung wurden die längs der Bahnstrecke verlaufenden Telegraphen- und Telephonleitungen vorübergehend auf das gegenüberliegende rechte Ennsufer verlegt.

Am 22. September um 7 Uhr 30 Min. früh wurde die Strecke zwischen Johnsbach und Gesäuseeingang gesperrt, die Schienen im Gefahrbereiche wurden entfernt, der übrige Oberbau mit alten Schwellen und Rundhölzern abgedeckt, die Signalleitungen abgetragen. Vorher schon war die Munition von Bahnarbeitern zur Sprengstelle hinaufgeschafft worden. Unmittelbar nach Einstellung des Verkehrs wurde mit den Ladearbeiten begonnen.

Die drei Sprengmeister wurden mit ihren Helfern abgeseilt und vollführten nun in fast vierstündiger Arbeitszeit in schwindelnder Höhe sachgemäfs ruhig und kaltblütig die Ladearbeiten. An einzelnen Stellen wurden die Zündleitungen an Mauerhaken befestigt, damit sie nicht reifsen konnten. Die Arbeit war für die Sprengmeister und ihre Helfer aufserordentlich mühsam und anstrengend und wurde durch den abrieselnden Staub und die ab und zu trotz gröfster Vorsicht abgehenden Steine sehr erschwert. Trotzdem vollzog sich die ganze Arbeit vollkommen plangemäfs ohne Störung und ohne jeden Unfall.

Nach Beendigung der Ladearbeiten wurde die elektrische Zündleitung von der Abseilstelle bis zum Zündapparat, der im Unterstand untergebracht war, gelegt.

Um 11 Uhr 30 Min. langte in der Talstation die telephonische Meldung ein, dafs alles zur Zündung bereit sei, worauf nach Eingang der Meldung über die erfolgte Absperrung des gefährdeten Raumes um 11 Uhr 40 Min. auf telephonischem Wege der Befehl zur Zündung gegeben wurde. Unmittelbar darauf erfolgte die Explosion aller Bohrschüsse zu gleicher Zeit. Die elektrische Zündung hatte sich ausgezeichnet bewährt.

Im Augenblicke der Sprengung erhob sich an der Sprengstelle eine grofse Staubwolke, die auch den Weg bezeichnete, welchen die abstürzenden Felsmassen nahmen. Wo früher der Felsen war, konnte man nunmehr einen grofsen hellen Fleck sehen.

Bei einer genauen Besichtigung der Sprengstelle ergab sich, dafs ungefähr 600 m³ abgesprengt worden waren. Alle losen Teile waren zwar noch nicht zum Absturz gekommen, doch wurde die im Innern des Felsens verlaufende senkrechte Lasse soweit frei gelegt und erweitert, dafs die Absprengung der noch losen Teile keine besonderen Schwierigkeiten mehr bot.

Nach der Sprengung liefsen sich die kletterkundigen Bahnarbeiter über die Sprengstelle abseilen und lösten mit Brechstangen die lose sitzenden Felsblöcke aus dem Gefüge der Wand.

Die Bahnanlagen wurden durch die abstürzenden Felstrümmer nur wenig beschädigt. Nach Beendigung der Abräumarbeiten wurde das Gleis geschlossen, um die bei Nacht verkehrenden Personenzüge ohne Umsteigen durchleiten zu können.

Am folgenden Tage schritt man daran, den restlichen Teil des Felsstückes abzusprengen. Der durchgehende Zugverkehr wurde wieder eingestellt und der Oberbau wie tagsvorher geschützt.

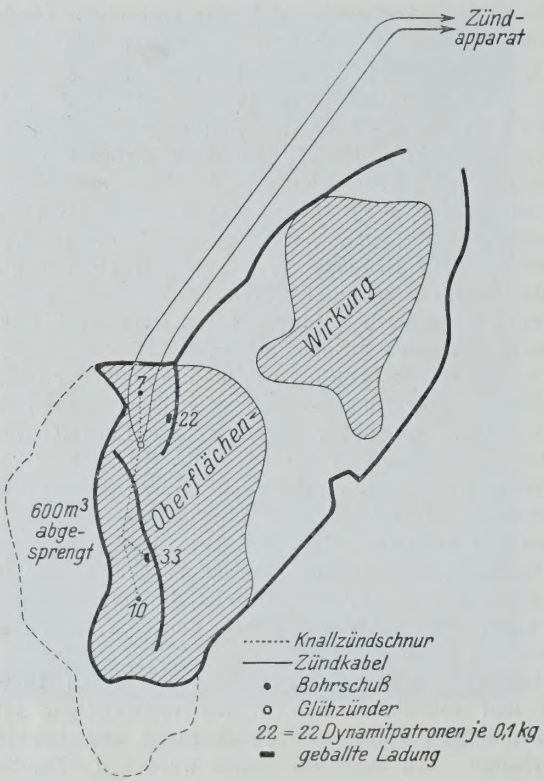


Abb. 3. Ausdehnung der Sprengwirkung.

Bei der bevorstehenden Sprengung handelte es sich hauptsächlich darum, eine noch stehen gebliebene senkrechte Felsplatte, von 15 bis 20 m Höhe, beiläufig 4 m Breite und 3 m Stärke, die durch einen, stellenweise handbreiten, etwa 2 m tiefen Spalt vom festen Fels getrennt war, znm Absturz zu bringen, wobei die über und unter der Platte befindlichen noch losen Teile mit in die Tiefe gerissen werden sollten. Der Spalt setzte sich nach oben in Form eines Risses fort und verlor sich schliefslich im festen Fels. Das Abstürzen der Platte sollte durch Abfeuern von geballten Munitionsladungen in dem vorhandenen Spalt erreicht werden.

Von den Bahnarbeitern wurden im Laufe des Tages noch zwei Bohrlöcher für Bohrschüsse mit Handbohrern hergestellt, welche den Zweck hatten, durch die gleichzeitige Abfeuerung der geballten Ladung und der Bohrschüsse die Ablösung der Platte zu erleichtern und den Fels zu zersplittern. Das eine Bohrloch war im unteren Teile, das andere im obersten Teil der abzusprengenden Felspartie angeordnet (Abb. 3). Der erwähnte, nach oben verlaufende Rifs wurde noch an einer eigneten Stelle mit Bohrern und Brechstangen soweit erweit dafs in dem entstandenen Hohlraum eine gröfsere Sprenglad untergebracht werden konnte.

Nach Vollendung der Bohrarbeiten liefsen sich zwei Spre meister mit je einem Helfer abseilen. Beide hatten je ei Bohrschufs zu laden und je eine geballte Munitionsladung den Spalt so tief als möglich zu versenken. Als Sprengs wurde diesmal, abgesehen von den vier als Sprengpatro ausgerüsteten Dynamonpatronen, Dynamit gewählt. Da vier Schüsse gleichzeitig abzufeuern waren, war die Wa scheinlichkeit, dafs Versager vorkommen könnten, sehr geri Es bestand somit keine zwingende Notwendigkeit, einen Sich heitssprengstoff zu verwenden. Da aber die beiden in Spalt oder Rifs anzubringenden Schüsse nicht verdämmt wer konnten und Dynamon in unverdämmter Ladung bei wei nicht so viel Sprengkraft besitzt wie Dynamit, so wählte dieses. Zu den vier Schüssen wurden wieder Knallzündschn gelegt, die durch einen Glühzünder mittels der elektrisc Zündleitung zur Explosion gebracht werden konnten. Reserveknallzündschnurleitung wurde diesmal nicht gel Im ganzen wurden 72 Dynamitpatronen zu 0,1 kg und Dynamonpatronen verwendet.

Die Zündung gelang abermals vorzüglich, die Wirk der Sprengung war gut. Die ganze lose Felsplatte mit a lassigen Felspartien über und unter ihr (insgesamt schätzu weise 400 m³) wurden in die Tiefe gestürzt, ohne dafs wei Felsteile in ihrem Gefüge gelockert wurden.

Bei der zweiten Sprengung konnten auch bemerkensw Beobachtungen über die Ausdehnung des Gefahrbereiches macht werden. Der gröfste Teil der abgesprengten gro Steine stürzte fast gleichzeitig in die Enns, wodurch das Wa haushoch emporspritzte. Ein kopfgrofser Stein wurde wagr etwa 300 m weit geschleudert, ein Felsblock von etwa 2 Gröfse zerschellte knapp oberhalb der Bahn in der Wand mehrere Stücke, von denen eines mit beiläufig $^1/_3$ m³ Ra inhalt die Enns übersprang und auf der rechtsufrigen Sandb mehrmals aufspringend noch 25 m weit kollerte. Er erreic ebenfalls eine Wurfweite von 300 m. Nach der Spreng räumten die Bahnarbeiter wieder die Felswand ab, worauf Strecke frei gemacht wurde.

Die Sprengung hatte nicht nur einen vollen Erfolg bracht, sondern es waren auch alle anderen eingangs erwähn Bedingungen eingehalten worden, ein Beweis, dafs der gewä Arbeitsvorgang, sowie die Durchführung der Sprengung jeder Hinsicht vollkommen zweckentsprechend waren. N unerwähnt soll bleiben, dafs sich alle Arbeiten dank der sichtigen Leitung und der Geschicklichkeit der Pionier- Eisenbahnmannschaft ohne den geringsten Unfall vollzogen

Die im Eigenbetriebe durchgeführten Herstellungen, so die Beigabe von Helfern bei den Ladearbeiten verursach folgenden Aufwand an Arbeitsstunden:

Vorarbeiten, Bohren der Löcher, Herstellen der Abs stelle und Unterstände 1040 Stunden,

Mithilfe beim Laden der Bohrschüsse, Auf- und Absei der Sprengmeister und ihrer Helfer 60 Stunden,

Abtragen und Wiederherstellen des Oberbaues an beiden Sprengtagen 150 Stunden,

Abräumen der Lehnen nach der Sprengung 1300 Stund

Instandsetzen der Schnee- und Steinfänge in den bei Runsen 400 Stunden. Zusammen also 2950 Stunden.

Für die beiden Sprengungen ergab sich folgender V brauch an Sprengstoffen: 26,1 kg Dynamon, 7,2 kg Dynar 320 m Knallzündschnüre, 125 m Zündkabel, 37 Stück Spre kapseln, 11 Glühzünder, 8 m englische Zündschnur.

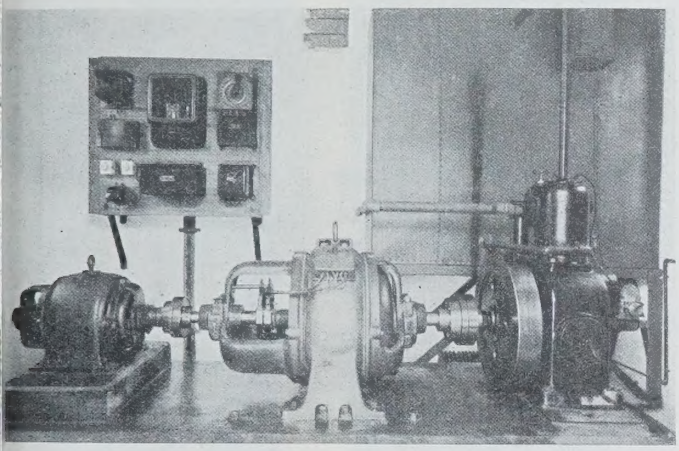
Neuerungen auf dem Gebiete des Signalwesens.

Von Oberinspektor Ing. **Rumpf**, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Tafel 46.

A. Das elektrische Mittelstellwerk für Bahnhöfe mit geringem Verschiebedienst.

Auf kleinen Bahnhöfen, wo nur wenige Züge Verschiebe-
hrten durchzuführen haben, erscheint es unzweckmäfsig, an
en beiden Bahnhofsenden Stellwerke zur Bedienung der Weichen
nd Signale zu errichten. Die Aufstellung eines mechanischen
ittelstellwerks scheitert meist an dem Umstande, dafs die Weichen
n den beiden Bahnhofsenden über das Mafs der möglichen
ellweite hinaus entfernt sind. Überdies bieten solche Stellwerke
ch keine ausreichende Ausnützungsmöglichkeit des bedienenden
ärters. Wenn täglich nur ein bis zwei Züge Verschiebebewegungen
rchzuführen haben, so wird auf solchen kleinen Bahnhöfen
it ihrer geringen Weichenanzahl die Tätigkeit eines Stellwärters
ur in geringem Mafse in Anspruch genommen. Es fragt sich
aher, ob diese Tätigkeit nicht unter gewissen Voraussetzungen
r die planmäfsigen Zugfahrten dem Fahrdienstleiter und für
en Verschiebedienst den Zugbegleitern übertragen werden kann.
ie in den Bahnhöfen Stams und Silz der Linie Innsbruck—



bb. 1. Benzin-Aushilfsmaschine für das elektrische Mittelstellwerk in Stams.

eldkirch aufgestellten elektrischen Mittelstellwerke der Bauart
. E. G., Berlin, ermöglichen es ohne weiteres, diese Dienst-
liegenheiten so zu verteilen; sie erweisen sich daher durch
e Entbehrlichkeit der Stellwerkwärter als aufserordentlich
irtschaftlich. Für die planmäfsigen Zugfahrten stellt der Fahr-
enstleiter die Fahrstrafse und mit ihr selbsttätig — falls sich
e Weichen nicht ohnedies in der richtigen Stellung befinden —
e zur Fahrstrafse gehörigen befahrenen und ablenkenden
eichen, sowie die Signale durch Betätigung eines Fahrstrafsen-
d eines Signalschalters. Diese geringfügigen Handgriffe für
de Fahrt können dem Fahrdienstleiter anstandslos übertragen
erden. Für die Durchführung des Verschubes an den beiden
ahnhofsenden, die ein öfteres Umstellen der Weichen allein
hne Signalbedienung) bedingt, ist durch die Anordnung je
nes Ortsschalters Sorge getragen. Die Betätigung der Orts-
halter wird erst möglich, wenn das Stellwerk in der Fahr-
enstleitung vollkommen ausgeschaltet und der sonst in diesem
findliche Steckschlüssel in den Ortsschalter eingeführt wurde.
benso wird der Regelzustand des Stellwerks dadurch wieder
rgestellt, dafs der Steckschlüssel vom Ortsschalter abgezogen
d wieder in das Bahnhofstellwerk eingeführt wird.

Da die Strecke Innsbruck—Feldkirch elektrische Zug-
rderung hat, wird der für die Bedienung der Signale und
eichenantriebe, sowie für die Überwachung und Überprüfung

notwendige Strom aus der Fahrleitung (15000 Volt, Einphasen-Wechselstrom, $16^2/_3$ Perioden) entnommen und auf die notwendigen Spannungen von 220, 160 und 50 Volt herab um-

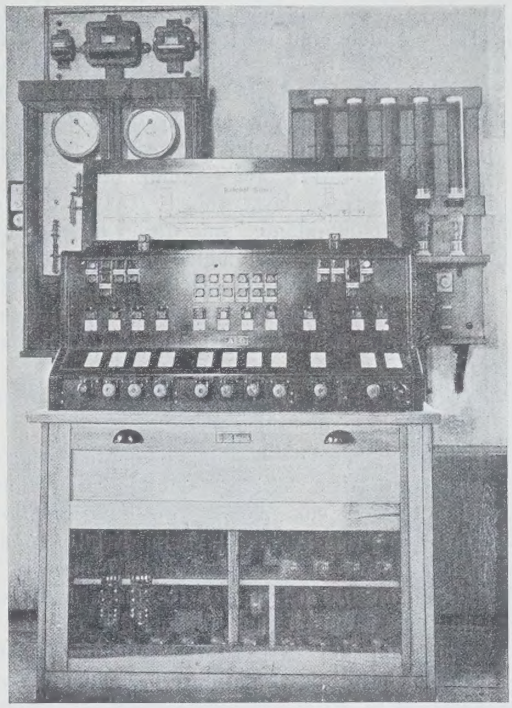


Abb. 2. Elektrisches Mittelstellwerk in Stams.

gespannt. Der Anschlufs an die Fahrleitung ist abschaltbar eingerichtet und entsprechend gesichert. Um die Sicherungsanlage nicht aufser Betrieb setzen zu müssen, wenn einmal Störungen in der Freileitung auftreten oder vorübergehend der

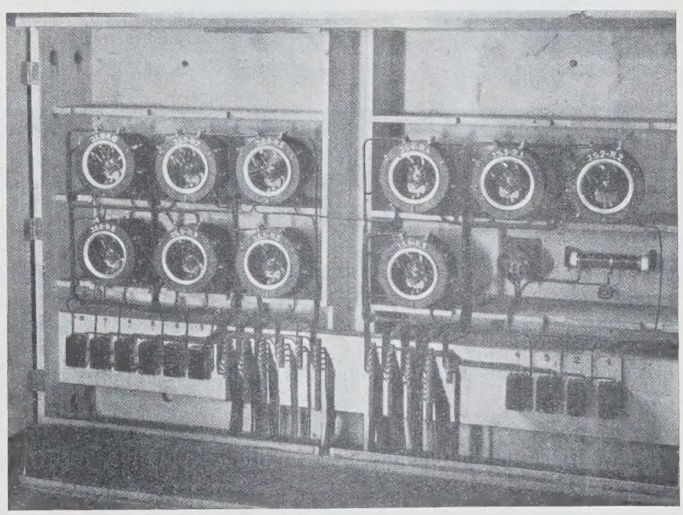


Abb. 3. Anordnung der Wechselstromrelais beim elektrischen Mittelstellwerk in Stams.

Dampfbetrieb wieder eingeführt werden mufs, wurde zur Aushilfe ein aus Motor, Erreger und Generator bestehender Maschinensatz aufgestellt (Textabb. 1). Obwohl die beiden Anlagen in den Bahnhöfen Stams und Silz bereits November 1926 in Betrieb

genommen wurden, hat sich bis heute noch nie die Notwendigkeit ergeben, die Aushilfsmaschine in Betrieb zu nehmen. Es wurde jedoch angeordnet, dafs die Erhaltungsbeamten in gewissen Zeiträumen die Aushilfsmaschine in Gang setzen und sich dadurch überzeugen sollen, dafs sie anstandslos wirkt. Als Signale wurden Licht-Tagesignale gewählt, da sich diese bei einer Kraftstellanlage leichter schalten und überprüfen lassen und sich daher als wirtschaftlicher gegenüber den Flügelsignalen erweisen. Mafsgebend für diese Wahl war aber namentlich der Umstand, dafs bei Licht-Tagesignalen eine Beeinflussung der Sicht durch die Maste der Fahrleitung in wesentlich geringerem Mafse eintritt als bei Flügelsignalen. Die Auflösung der Fahrstrafse wird beim Befahren der isolierten Einfahr- und Ausfahrweichen selbsttätig mit Hilfe von Wechselstromrelais bewirkt. Die Textabb. 2 und 3 zeigen das Stellwerk am Bahnhof Stams und die Anordnung der Wechselstromrelais, Abb. 1, Taf. 46 die Verschlufstafel für diese Kraftstellanlage. Auf dieser ist als Beispiel die Einstellung und Sicherung der Zugfahrten Innsbruck — Bludenz sowie die Durchführung des Verschiebedienstes mit Hilfe des Ortsschalters II dargestellt. Die Wirkungsweise der Relais und die Auflösung der durchgeführten Fahrt sind gleichfalls ersichtlich.

B. Warnsignalanlagen bei nichtabgeschrankten Wegübergängen in Schienenhöhe.

Viele Schranken bei Wegübergängen konnten bisher deswegen nicht aufgelassen werden, weil die von der Eisenbahnaufsichtsbehörde verlangte Sicht vom Weg auf die Bahn nicht vorhanden ist. Diese mufs so grofs sein, dafs beim Erblicken des Zuges auf diese Sichtweite das längste ortsübliche Fuhrwerk bei einer Geschwindigkeit von 0,8 m/Sek. den Gefahrenraum beim Wegübergang gänzlich räumen kann, bevor der mit der gröfsten Geschwindigkeit auf der Strecke verkehrende Zug den Wegübergang erreicht hat. Diese Sichtweite braucht nicht vorhanden zu sein, wenn beim Wegübergang eine Warneinrichtung die Annäherung des Zuges auf die angegebene Entfernung anzeigt.

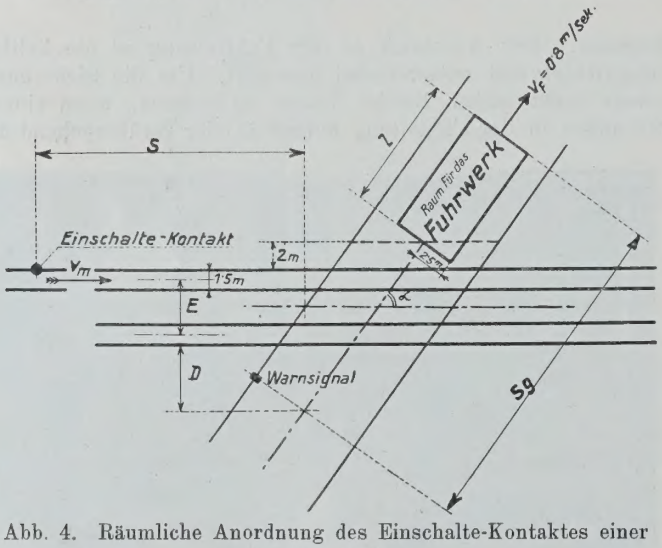


Abb. 4. Räumliche Anordnung des Einschalte-Kontaktes einer Warnsignalanlage.

Diese Entfernung berechnet sich für die doppelgleisige Strecke wie folgt:

$$s = V_m \cdot t_z$$

wobei V_m die mafsgebende Zuggeschwindigkeit auf der betreffenden Strecke (das ist: die gröfste zulässige Fahrgeschwindigkeit, für Gefällstrecken um entsprechende Sicherheitszuschläge vermehrt) und t_z die Zeit bedeutet, die dieser Zug bis zum Wegübergang braucht. Ferner gilt die Gleichung

$$s_g = v_f \cdot t_f$$

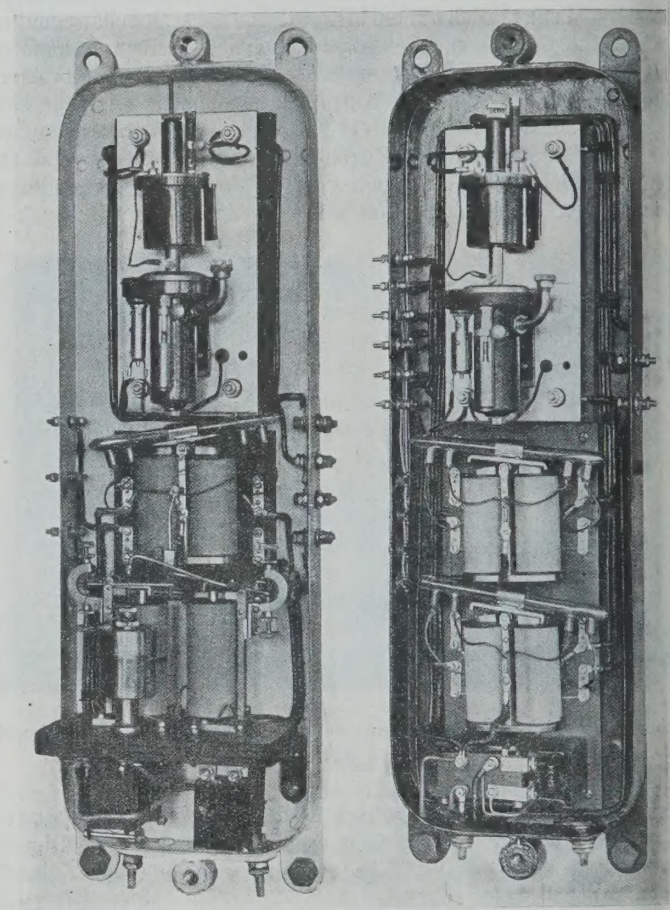
wobei s_g die Länge des Weges im Gefahrenraum, v_f die Geschwindigkeit des Fuhrwerks (0,8 m/Sek.), t_f die Zeit bedeute welche das längste ortsübliche Fuhrwerk zum Durchmessen d Gefahrenweges auf der Wegübersetzung braucht. Da die Zeite t_z und t_f einander gleich sein müssen, um der früher erwähnte Bedingung zu entsprechen, so ergibt sich

$$\frac{s}{V_m} = \frac{s_g}{0.8} \text{ und } s = \frac{V_m}{0.8} \cdot s_g.$$

Da V_m in km/Std. ausgedrükt ist, so wird bei Umänderun des Ausdruckes in m/Sek.

$$s = \frac{V_m}{3{,}6 \cdot 0{,}8} \cdot s_g = \frac{V_m}{2{,}88} \cdot s_g.$$

Der Gefahrenweg s_g beginnt mit dem Erreichen des Warn signales und endet, wenn der letzte Teil des Fuhrwerkes 2



Schalter der Warnsignalanlage Bauart J. Kremenezky.
Abb. 5. Eingleisige Bahn. Abb. 6. Zweigleisige Bahn.

von der nächstgelegenen Schiene entfernt ist. Er berechn sich daher unter Berücksichtigung der nachstehenden Skiz in folgender Weise:

$$s_g = \frac{D + E + 1{,}50 + 2{,}00}{\sin \alpha} + l + 2{,}5 \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

wobei l die Länge des gröfsten ortsüblichen Fuhrwerkes, α d Winkel zwischen der Richtung der Bahn und der des We überganges darstellt. Dieser Wert reduziert und in die früh abgeleitete Formel eingesetzt ergibt die verlangte Entfernu

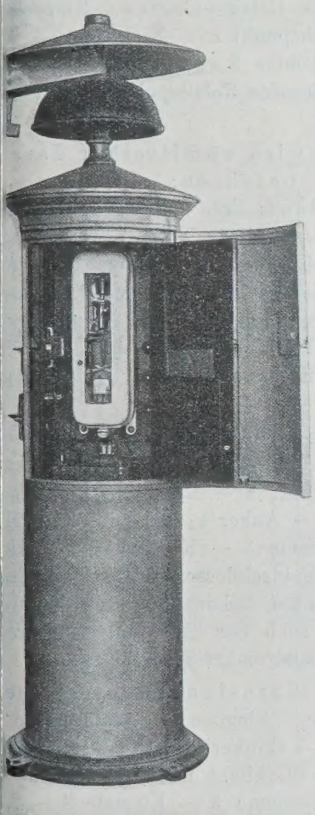
$$s = \frac{V_m}{2{,}88}\left(\frac{D + E + 3{,}5}{\sin \alpha} + l + 2{,}5 \operatorname{ctg} \alpha\right) + V_m k.$$

Aus Sicherheitsgründen wird noch ein Zuschlag von V_m beigefügt, wobei k für Fufsgänger mit 1, für Fuhrwerke b 9 m Länge mit 1,5 und für solche mit einer Länge über dies Mafs hinaus mit 2,0 anzunehmen ist. Günstige Neigungsve

tnisse oder geringe Verkehrsdichte gestatten eine Herabnderung des berechneten Mafses $V_m k$. Für die eingleisige ecke ist $E = 0$ und daher

$$s = \frac{V_m}{2{,}88}\left(\frac{D + 3{,}5}{\sin \alpha} + l + 2{,}5 \operatorname{ctg} \alpha\right) + V_m k.$$

Es mufs daher, wenn sich der Zug auf s Meter der Wegersetzung genähert hat, den Passanten durch die Warnsignalrichtung ein Warnzeichen gegeben werden. Grundsätzlich tehen solche Einrichtungen aus den durch den Zug zu ätigenden Ein- und Ausschaltevorrichtungen und aus der m Wegübergang angebrachten Schalt-, Blink- und Läuterichtung. Die Österreichischen Bundesbahnen haben acht gübergänge versuchsweise mit Warnsignalanlagen ausgerüstet



bb. 7. Warnsignal Bauart Kremenezky in einer Glockenbude.

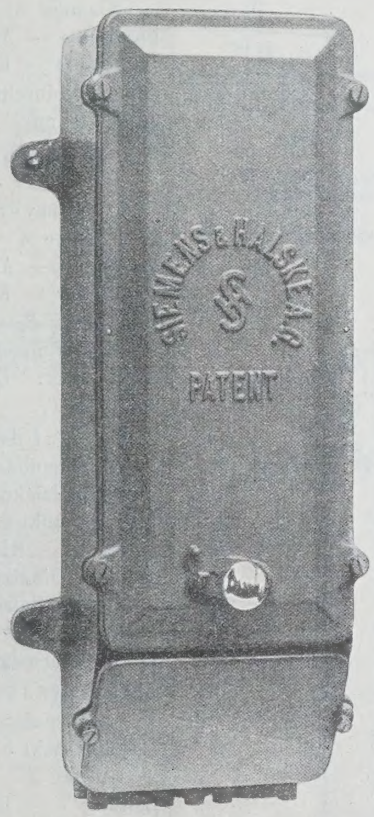
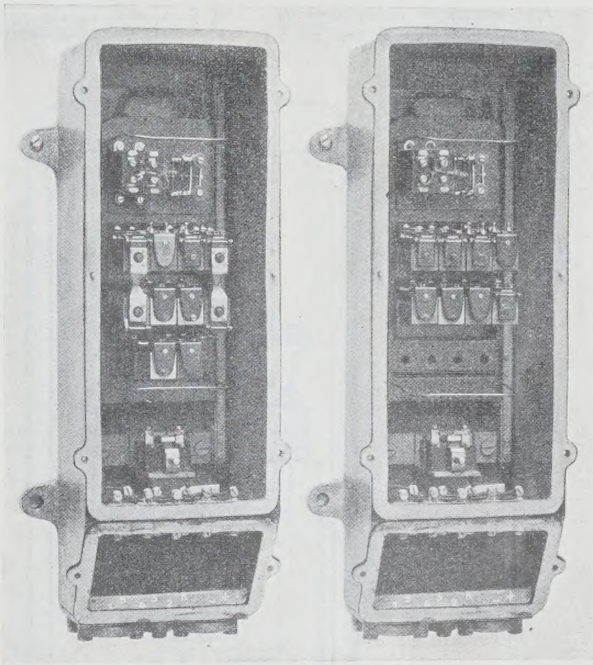


Abb. 8. Warnsignal Bauart Siemens u. Halske. Schutzkasten mit Notschalter.

l zwar wurden die Bauarten von J. Kremenezky sowie von emens und Halske eingehend erprobt. Die durch den g zu betätigenden Ein- und Ausschaltvorrichtungen sind im gemeinen Quecksilberstromschliefser und zwar solche der Bau- Siemens-Südbahnwerke (Lagerplattenstromschliefser). Die rsuche haben ergeben, dafs diese gegenüber den bisher verndeten Stromschliefsern der Bauart Siemens und Halske itaus vorzuziehen sind, namentlich dann, wenn zur gröfseren herheit zwei solcher Stromschliefser parallel geschaltet rden. Stromdichte Schienen werden nur bei der Bauart mens und Halske und nur zu dem Zweck verwendet, die Wiederherstellung des Ruhezustandes der Schaltanlage eingleisigen Linien nach vollständig durchgeführter Überrung des Einschaltkontaktes für die Gegenrichtung zu erchen.

Die Schwierigkeit der Schaltung bestand hauptsächlich in Notwendigkeit, bei eingleisigen Strecken die Kontaktgebung beim Befahren des Einschaltkontaktes für die Züge der Gegenrichtung unschädlich zu machen. Die Lösung wurde durch die Firma J. Kremenezky in der Weise gefunden, dafs die Betätigung eines sogenannten Fahrtrichtungsrelais die Betätigung des Einschaltkontaktes der Gegenrichtung unwirksam macht und daher keine neuerliche Einschaltung der Warnsignale bewirkt. Bei der Einrichtung der Firma Siemens und Halske wird die Möglichkeit einer Schaltung beim Befahren des Einschaltkontaktes der Gegenrichtung durch die Reihenfolge der Schaltvorgänge beseitigt, indem das Befahren des Einschaltkontaktes die Warnsignalanlage einschaltet, das Befahren des Kontaktes bei der Wegübersetzung die Ausschaltung der Anlage und das Befahren des Gegenkontaktes und der stromdichten Schiene die Wiederherstellung des Ruhezustandes bewirkt, und zwar erst nach dem Verlassen der stromdichten Schiene. Die Schaltung ist dabei derart, dafs die stromdichte Schiene erst beim Befahren eingeschaltet wird, so dafs die Ableitung derselben für den Stromverbrauch keine Rolle spielt.



Warnsignalanlage Bauart Siemens u. Halske. Abb. 9. Mit Stützrelais. Abb. 10. Mit doppelt gewickeltem Relais.

Die Stromquelle hat somit bei beiden Bauarten einen doppelten Zweck zu erfüllen, nämlich einerseits die Betätigung der Schalteinrichtungen und anderseits die Betätigung der Warnsignaleinrichtungen. Diese letzteren wurden in allen Fällen in doppelter Weise und zwar sowohl als optische (weifses Blinklicht) als auch als akustische (Weckerzeichen oder Glockenschläge) ausgebildet.

Das Lichtsignal ist an Pfählen auf jeder Seite des Wegüberganges angebracht. Die Textabb. 5 und 6 zeigen die Inneneinrichtung der Schaltanlage für eine eingleisige und für eine zweigleisige Linie, Bauart Kremenezky. Bei beiden sind oben die Blinkeinrichtung (ein Selenoid mit Quecksilberkontakt), darunter bei Textabb. 5 das Schalt- und das Fahrtrichtungsrelais, bei Textabb. 6 (zweigleisige Linie) die beiden Schaltrelais ersichtlich. Textabb. 7 zeigt eine solche Anlage unter Verwendung einer Glockensignalbude.

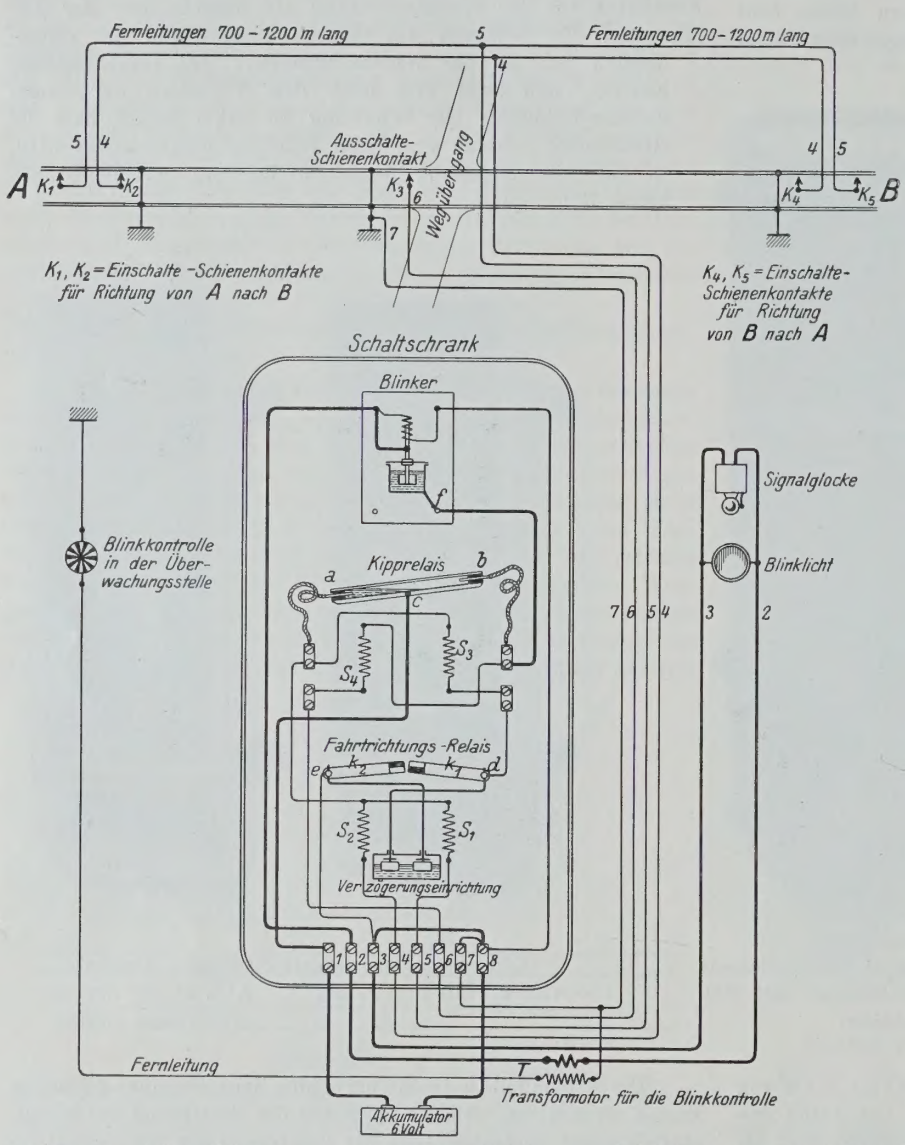
Textabb. 8 zeigt einen Schutzkasten der Schalteinrichtung Bauart Siemens und Halske mit der Notschalttaste, die Text-

abb. 9. und 10 zeigen die Schaltrelais und die Relaiskette für die Blinkeinrichtung dieser Anlage. In Textabb. 9 sind als Ein- und Ausschaltrelais sogenannte Stützrelais verwendet, die den Vorteil haben, dafs die Stromentnahme nur einen Augenblick andauert, da dann sofort die Stütze des zweiten Relais in Wirksamkeit tritt und damit ein mechanisches Halten des ersten Relais bei gleichzeitiger Stromunterbrechung bewirkt. In Textabb. 10 sind die Stützrelais ersetzt durch Relais mit Doppelwicklung. Die Einzelheiten der Schaltung und die Beschreibung der Schaltvorgänge sind den Textabb. 11 und 12 zu entnehmen.

C. Schutz- und Sparschaltungen bei Blockanlagen.

Die Einführung der elektrischen Zugförderung bedingt umfassende Schutzmafsnahmen für alle Fernmeldeeinrichtungen, namentlich aber für die Blockleitungen bei denen allfällige Fehlwirkungen besonders gefährlich werden können. An den Blockanlagen müssen die Schutzeinrichtungen drei Teile erfassen und zwar:

1. Die Fahrstrafsenverschlüsse und Ausfahrsignale,
2. die Einfahrsignale und den Blockstreckenanschlufs, endlich
3. die Hilfseinrichtungen (Blockrelais, stromdichte Schienen usw.)



Zug fährt von A nach B.

1. Kontakt K_1 wird befahren:

Stromverlauf: Erde — K_1 — Fernleitung — Klemme 5 — Relaisspule S_1 — Kipprelaiskontakt a — Achspunkt c — Klemme 1 — Akkumulator — Klemme 8 — Klemme 7 — Erde. Die stromdurchflossene Relaisspule S_1 zieht den Anker k_1 an.

2. Kontakt K_2 wird unmittelbar darauf befahren:

Stromverlauf: Erde — K_2 — Fernleitung — Klemme 4 — Relaisspule S_2 — Kipprelaiskontakt a — Achspunkt c — Klemme 1 — Akkumulator — Klemme 8 — Klemme 7 — Erde. Relaisspule S_2 zieht Anker k_2 an. Anker k_1 und k_2 liegen nunmehr mit ihren stromleitenden Enden aufeinander. Einschaltestromkreis dadurch geschlossen.

3. Verlauf des Einschaltestromkreises:

Akkumulator — Klemme 1 — Achspunkt c — Kipprelaiskontakt a — Kipprelaisspule S_3 — Kontaktpunkt d — Anker k_1 und k_2 — Kontaktpunkt e — Klemme 3 — Klemme 8 — Akkumulator. Die stromdurchflossene Kipprelaisspule S_3 steuert das Relais um, Relaiskontakt a wird unterbrochen, somit auch der Einschaltestromkreis, jedoch Warnsignalstromkreis geschlossen.

4. Verlauf des Warnsignalstromkreises:

Akkumulator — Klemme 1 — Achspunkt c — Relaiskontakt b — Blinkerkontakt f — Klemme — Leitung 2 — Blinklicht und Signalglocke — Leitung 3 — Klemmme 3 — Klemme 8 — Akkumulator. Mit der Betätigung des Blinkers (Stromschlufs und Unterbrechung) unterbricht auch Licht und Glocke in den gleichen Zeiten.

5. Ausschaltekontakt K_3 wird befahren:

Stromverlauf: Erde — K_3 — Leitung — Klemme 6 — Kipprelaisspule S_4 — Relaiskontakt — Achspunkt c — Klemme 1 — Akkumulator — Klemme 8 — Klemme 7 — Erde. Die stromdurchflossene Kipprelaisspule S_4 steuert das Relais um, Relaiskontakt b wird unterbrochen, Warnsignalstromkreis desgleichen, dahe Herstellung des Ruhezustandes.

6. Kontakte K_4 und K_5 (das sind Einschaltekontakte für die Gegenrichtung) werden nacheinander befahren:

Nach dem bei 1. und 2. Beschriebenen werden nunmehr die Anker k_2 und k_1 in dieser Reihenfolge angezogen und legen sich jetz mit den isolierten Enden aufeinander, Einschaltestromkreis bleibt daher an dieser Stelle unterbrochen. Infolge de Verzögerungseinrichtung im Fahrtrichtungsrelais verharren die Anker k_2 und k_1 in dieser Lage, solange der Zug über die Kontakte K und K_5 fährt, obwohl hierbei die Kontakte entsprechend der Achsanzahl des Zuges fortwährend geschlossen und geöffnet werden.

Zug fährt von B nach A.

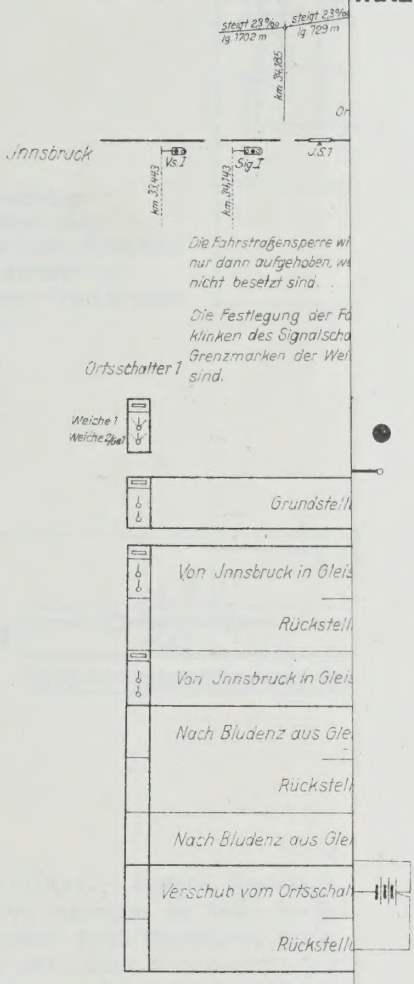
Die unter 1. bis 6. beschriebene Wirkungsweise wiederholt sich sinngemäfs.

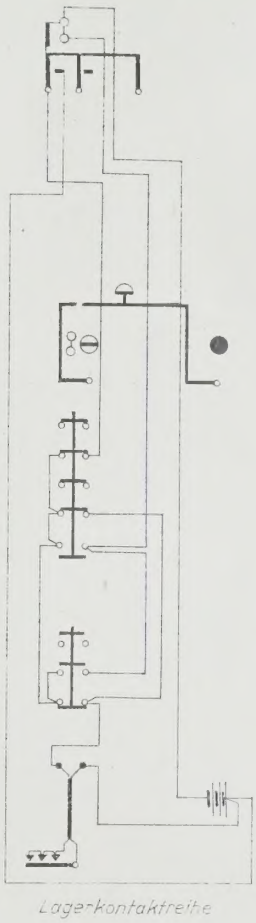
Blinkkontrolle.

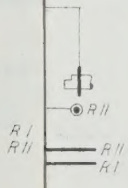
In der Überwachungsstelle (Bahnhofleitung, Stellwerk usw.) wird vermittelst des im Warnsignalstromkreis eingebauten Transformators ein Schauzeichen (Lampe, Klingel) betätigt.

Abb. 11. Schaltung der Warnsignaleinrichtung bei unbewachten Wegübergängen für eingleisige Bahnen (Bauart J. Kremenezky.)

ng des Relais Stromkreises
hutzes gegen Fremdströme.







Zum Aufsatz: Neuerungen auf dem Gebiete des Signalwesens.

Abb. 1. Bahnhof Stams. Kraftanlage.

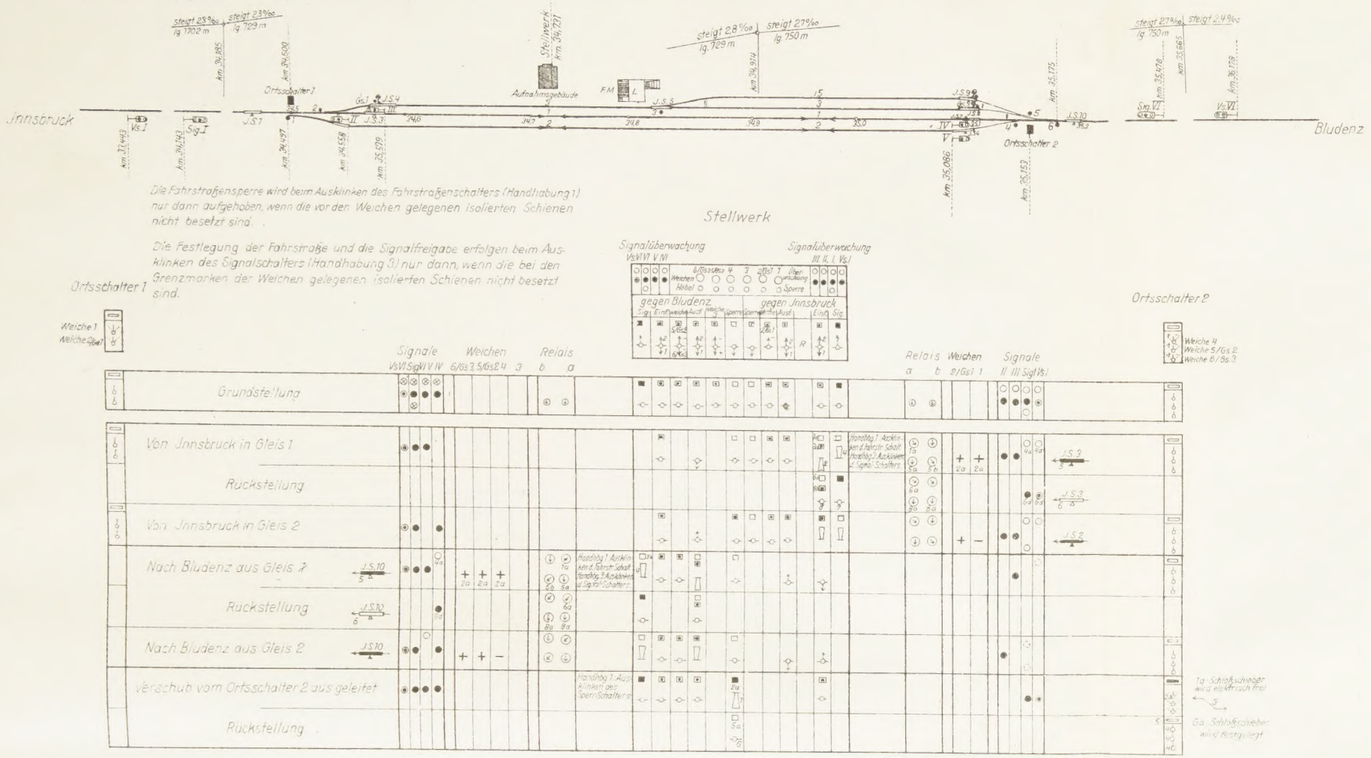


Abb. 2. Grundsätzliche Schaltanordnung des Relais Stromkreises mit besonderer Berücksichtigung des Schutzes gegen Fremdströme.

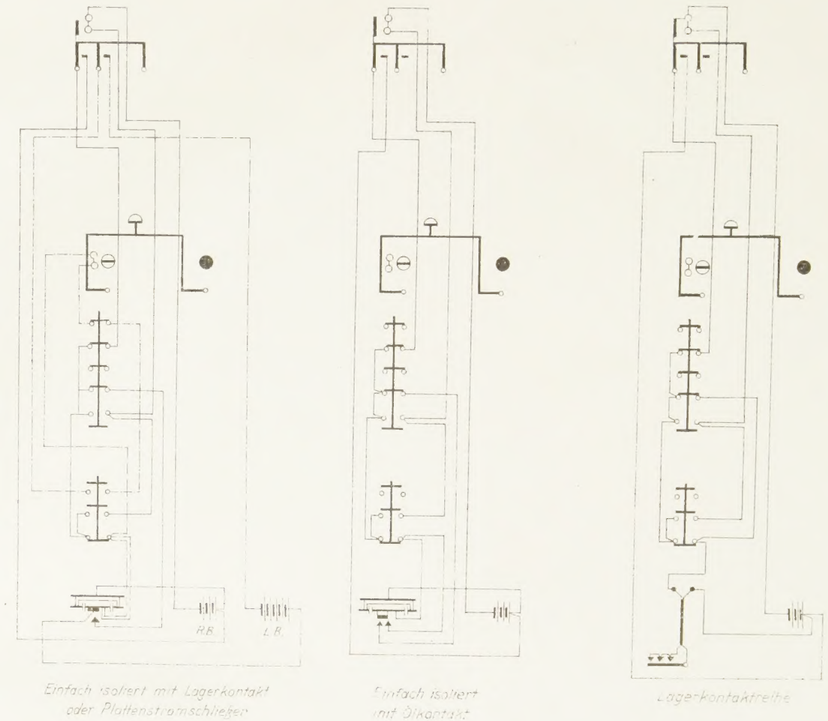
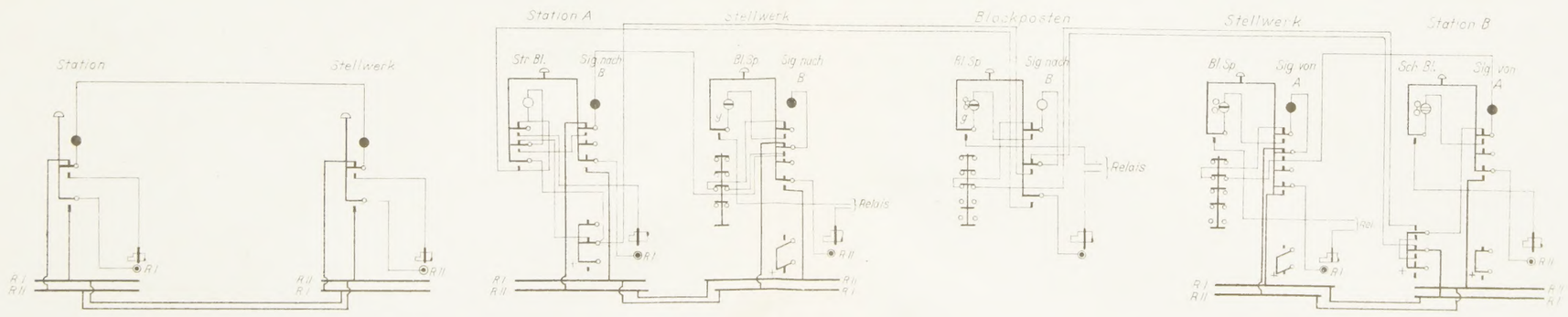
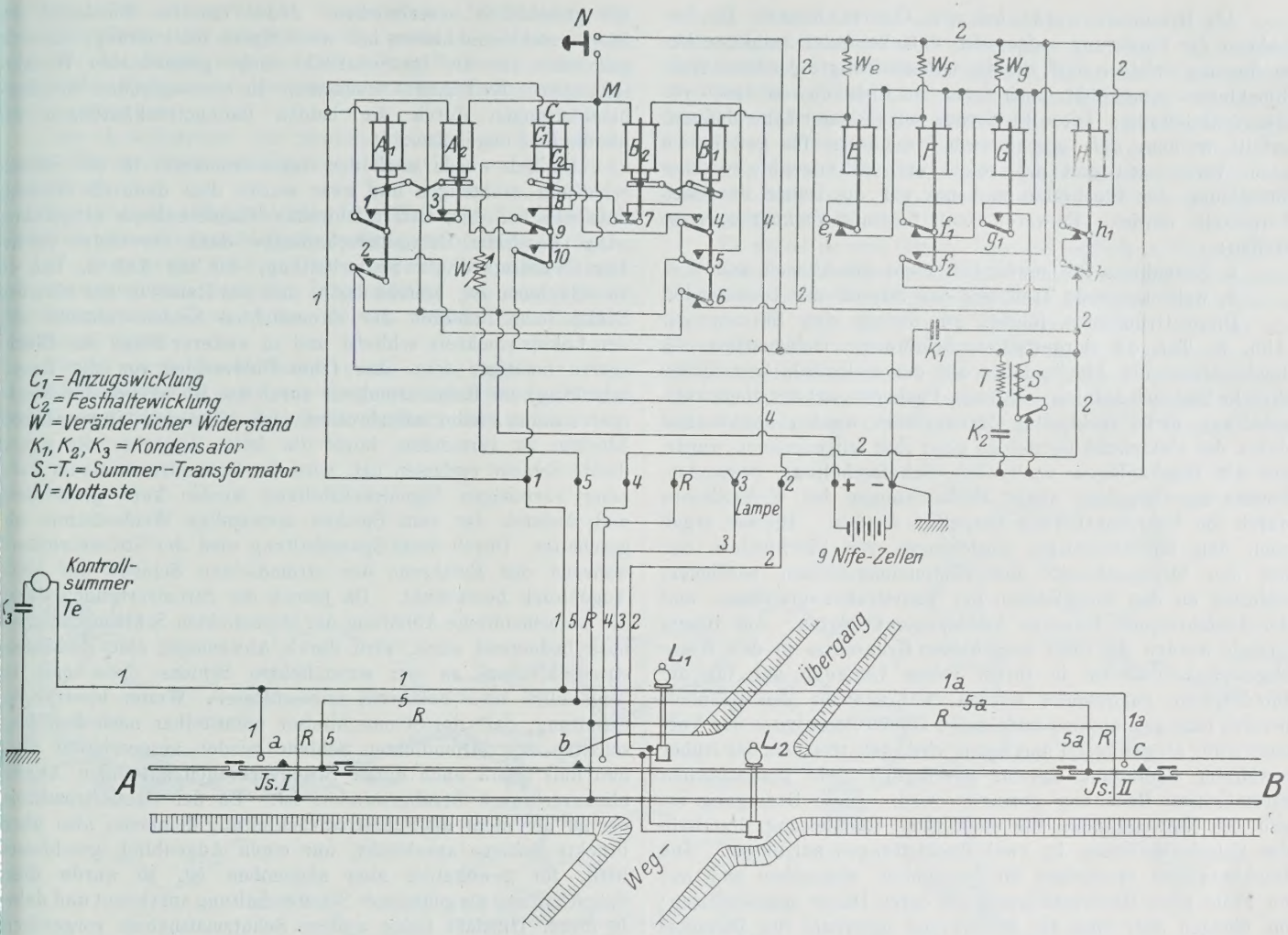


Abb. 3. Schaltanordnung für Blocklinien bei elektrischem Betrieb.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München



Zug fährt von A nach B.

1. Schienenkontakt a wird befahren:

Stromverlauf: + Batterie, Kontakt 9, 3, Relais A_1, Leitung 1, Schienenkontakt a, Zugachse, Leitung R, — Batterie. Der Anker es Relais A_1 wird angezogen, der Anker des Relais A_2 fällt ab und unterbricht den Stromkreis bei Kontakt 3. Relais A_1 in angezogener tellung mechanisch durch abgefallenes Relais A_2 abgestützt, Relais A_1 schliefst über Kontakt 2 die Blinkeinrichtung (Relais EFGH) ber Kontakt 6 und Leitung 2 an die Stromquelle an. Blinkeinrichtung bringt über Leitung 2 die Licht- und Läutesignale L_1 und L_2 ı Tätigkeit. Stromverlauf für die Kontrolle über T, Leitung 1, Kontrollsummen Te, K 3, Erde, K 2, T.

2. Schienenkontakt b beim Wegübergang wird befahren:

Stromverlauf: + Batterie, Kontakt 9, 3, 7, Relais B_1, Leitung 4, Schienenkontakt b, Zugachse, Leitung R, — Batterie. Der Anker es Relais B_1 wird angezogen, der Anker des Relais B_2 fällt ab und unterbricht den Stromkreis bei 7. Relais B_1 in angezogener Stellung echanisch durch Relais B_2 abgestützt. Relais B_1 unterbricht durch Öffnen des Kontaktes 6 den Stromkreis zur Blinkeinrichtung. icht- und Läutesignale hören auf.

3. Schienenkontakt c wird befahren.

Stromverlauf: + Batterie, Kontakt 4, Anzugswicklung des Relais C, Leitung 1, 1a, Schienenkontakt c, Zugachse, Leitung R, - Batterie. Der Anker des Relais C wird angezogen. Haltewicklung C_2 erregt über: + Batterie, Kontakt 8, C_2, Widerstand W, eitung 5, 5a, J. S. II, Zugachse, Leitung R, — Batterie. Relais C bleibt solange angezogen bis die letzte Zugachse die isolierte Schiene S. II verlassen hat. Relais A_2 (B_2) erregt über: + Batterie, Kontakt 1 (5), Relais A_2 (B_2), M, Kontakt 10, — Batterie. Relais 2 (B_2) angezogen: Relais A_1 (B_1) fällt ab und unterbricht obigen Stromkreis durch Öffnen des Kontaktes 1 (5). Relais A_2 (B_2) in ıgezogener Stellung mechanisch durch Relais A_1 (B_1) abgestützt. (Ruhestellung.)

4. Der Zug hat die isolierte Schiene J. S. II verlassen:

Relais C fällt ab, Ruhezustand tritt ein und die Anlage ist zur Signalisierung der neuen Zugfahrt bereit.

Zugfahrten in entgegengesetzter Richtung haben dieselbe Wirkung auf die Anlage, da sowohl die Schienenkontakte a und c, als ıch die isolierten Schienen I und II parallelgeschaltet sind. Für den Fall, dafs aus irgend einem Grunde die Signalanlage in Tätigkeit eiben sollte, wenn ein Zug die Anlage befahren hat, ist am Apparat eine Nottaste N (wenn nötig mit Bleiverschlufs) angeordnet, mit er man durch einfaches Drücken den Ruhezustand der Anlage wiederherstellen kann. Im Bedarfsfalle kann die Nottaste N auch in die ontrollstelle verlegt werden.

bb. 12. Schaltung eines Relaissatzes mit Stützrelais als Warnsignalanlage für einen unbewachten Wegübergang. Eingleisiger Betrieb. (Bauart Siemens & Halske.)

Als Grundsatz wurde bei den Österreichischen Bundesbahnen die Forderung aufgestellt, dafs keinerlei induktive Beeinflussung erfolgen darf, die das unbeabsichtigte Auslösen eines Blockfeldes ermöglicht, auch nicht bei Erdschlüssen durch die Fahrdrahtleitung. Diese Forderung soll in erster Linie dadurch erfüllt werden, dafs geschlossene Stromkreise für gewöhnlich nicht vorkommen und dafs solche erst im Augenblicke einer Betätigung der Blocksätze und nur auf die Dauer derselben hergestellt werden. Es waren somit folgende Vorkehrungen zu treffen:

1. Stromkreis für gewöhnlich nicht geschlossen und
2. weitestgehende Trennung der Stromkreise voneinander.

Diese Grundsätze führten zu der in den Skizzen der Abb. 3. Taf. 46 dargestellten Schaltung. Gelegentlich der Beobachtung der Blockanlagen auf der elektrisch betriebenen Strecke Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim, auf der die Schutzschaltung nicht rechtzeitig durchgeführt werden konnte und daher der elektrische Betrieb zu einer Zeit aufgenommen wurde, als die Blockanlagen noch ohne Schutzschaltung bestanden, konnte das Ergebnis dieser Beobachtungen bei Erdschlüssen durch die Fahrdrahtleitung festgelegt werden. Hierbei ergab sich, dafs unbeabsichtigte Auslösungen von Blockfeldern nur bei den Streckenblock- und Zustimmungsfeldern vorkamen, während an den Blockfeldern der Fahrstrafsenverschlüsse und der Ausfahrsignale keinerlei Auslösungen erfolgten. Aus diesem Grunde wurden die oben angeführten Grundsätze in der Weise abgeändert, dafs sie in ihrem vollen Umfange nur für die Blockstrecke angewendet werden, während für den Bahnhofbereich eine gemeinsame metallische Rückleitung unter der Voraussetzung als genügend anerkannt wird, dafs trotzdem der früher erwähnten Bedingung des für gewöhnlich nicht geschlossenen Stromkreises Rechnung getragen wird. Diese Bedingung ergab die Notwendigkeit, die metallische Rückleitung innerhalb des Bahnhofbereiches in zwei Rückleitungen aufzulösen. Die Rückleitungen erscheinen für gewöhnlich abgehoben und nur im Falle einer Blockbetätigung auf deren Dauer angeschlossen; im übrigen aber sind die Stromkreise innerhalb des Bahnhofs für gewöhnlich unterbrochen. Jeder einzelne Blocksatz des Blockstreckenanschlusses hat seine eigene Rückleitung; dasselbe gilt auch für die im Schaltbild nicht gezeichneten Weckerleitungen. Im Bahnhof erscheinen die einmündenden Streckenblockleitungen durch die beiden Bahnhofrückleitungen für gewöhnlich abgehoben.

Endlich wurde auch der Relaisstromkreis in die Schutzschaltung einbezogen und zwar wurde dies dadurch erreicht, dafs die bei den Österreichischen Bundesbahnen eingeführte »Ing. Bandsche Relaissparschaltung« dazu verwendet wurde. Der Grundsatz dieser Sparschaltung, der aus Abb. 2, Taf. 46 zu entnehmen ist, besteht darin, dafs das Relais in der üblichen Weise beim Befahren der stromdichten Schiene anzieht und den Lokalstromkreis schliefst und in weiterer Folge die Blocksperre betätigt, dann aber (zum Unterschied von der Regelschaltung) der Relaisstromkreis durch das Hochgehen der Blocksperre sofort wieder unterbrochen wird. Um nun ein vorzeitiges Blocken zu vermeiden, bevor die letzte Zugachse die stromdichte Schiene verlassen hat, wird der Relaisstromkreis im Falle einer vorzeitigen Signalrückstellung wieder kurz geschlossen und dadurch der zum Blocken notwendige Wechselstrom abgeschaltet. Durch diese Sparschaltung wird der Stromverbrauch während des Befahrens der stromdichten Schiene auf einen Augenblick beschränkt. Da jedoch der Stromverbrauch durch die unvermeidliche Ableitung der stromdichten Schiene immerhin noch bedeutend wäre, wird durch Anwendung eines Schienenstromschliefsers an der stromdichten Schiene diese erst im Augenblick ihres Befahrens angeschlossen. Weiter bewirkt die Schaltung, dafs der Stromschliefser unmittelbar nach dem Einschalten der stromdichten Schiene wieder ausgeschaltet wird und dafs somit auch dieser Stromverbrauch auf einen Augenblicksverbrauch herabgemindert ist. Da der Relaisstromkreis der an die nicht als Fahrstromrückleitung dienende, also überbrückte Schiene anschliefst, nur einen Augenblick geschlossen wird, für gewöhnlich aber abgehoben ist, so wurde diese Sparschaltung als genügende Schutzschaltung anerkannt und daher in dieser Hinsicht keine weitere Schutzmafsnahme vorgesehen.

Die Elektrisierung der Österreichischen Eisenbahnen.

Von Sektionschef Ing. **Dittes**, Direktor der Elektrisierungs-Direktion der Österreichischen Bundesbahnen.

Die Vorarbeiten und Studien der österreichischen Staatsbahnverwaltung zur Einführung der elektrischen Zugförderung auf den österreichischen Eisenbahnen unter Ausnützung der Wasserkräfte reichen weit zurück. Seit Beginn der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts hatte sich bekanntlich in Deutschland und kurze Zeit darauf auch in Österreich die elektrische Zugförderung zunächst auf Stadt- und Strafsenbahnen Eingang verschafft und nach Überwindung vieler Schwierigkeiten und Widerstände und nach entsprechender Durchbildung und Vervollkommnung der gesamten elektrischen Ausrüstung vollzog sich seit Beginn der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zunächst der Umbau fast aller Pferde- und Dampfstrafsenbahnen auf elektrischen Betrieb. — Neue Stadt-, Strafsen- und Überlandbahnen wurden von Haus aus nur mehr für elektrischen Betrieb eingerichtet. Die überaus günstigen Erfolge des elektrischen Betriebs von Stadt-, Strafsen- und Vorortbahnen legten es nahe, die elektrische Zugförderung auch bei den Haupt- und Nebeneisenbahnen, oder wie man diese Bahnen auch zusammenfassend nennt, den Vollbahnen, anzuwenden.

Die ersten Arbeiten der österreichischen Staatsbahnverwaltung bezogen sich auf allgemeine grundlegende Fragen des elektrischen Betriebs der Arlbergstrecke mit dem mehr als 10 km langen, schwer lüftbaren Tunnel und auf die Auswahl der hierfür geeigneten Wasserkräfte. Im Jahre 1891 wurde von der österreichischen Staatsbahnverwaltung ein Optionsvertrag für Lieferung elektrischer Energie aus dem Kraftwerke an der Rosanna und Trisanna unweit Landeck abgeschlossen und seit dieser Zeit hat die österreichische Staatsbahnverwaltung der elektrischen Zugförderung dauernd ihre Aufmerksamkeit zugewendet.

Im Jahre 1905 setzte die Tätigkeit der bei der ehemaligen k. k. Eisenbahnbaudirektion errichteten Studienabteilung ein, die sich auf die planmäfsige Bearbeitung aller mit der Einführung des elektrischen Betriebs auf den Eisenbahnen im Zusammenhang stehenden Angelegenheiten, die Aufsuchung, Auswahl

Anmerkung:

Siehe auch Dittes: „Über den Fortgang der Arbeiten zur Elektrisierung unserer Staatsbahnen", E. u. M. 1921, Heft 16. — „Der Stand der Arbeiten für die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen zu Beginn des Jahres 1922", E. u. M., Mai 1922. — „Der Stand der Arbeiten für die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen zu Beginn des Jahres 1923", E. u. M., April 1923. — „Über den gegenwärtigen Stand der Vollbahnelektrisierung unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten für die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen bis zu Beginn des Jahres 1924", E. u. M., Mai 1924. — „Über den gegenwärtigen Stand der Vollbahnelektrisierung unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten für die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen bis zu Beginn des Jahres 1925", E. u. M., Heft 21, 1925. — „Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Rückblick und Ausblick", E. u. M. 1926, Heft 20. — „Fortschritte in der Vollbahnelektrisierung in Österreich und seinen Nachbarstaaten", E. u M. 1927, Heft 28.

Siehe auch Luithlen: „Die elektrische Zugförderung auf den Österreichischen Bundesbahnen", E. T. Z. 1924, Heft 50 und 51. — „Der elektrische Betrieb auf den Österreichischen Bundesbahnen," Elektrische Bahnen 1925, Heft 3.

Entwurfsarbeit und rechtliche Sicherstellung der Wasserkräfte, die Ermittlung des Arbeitsbedarfes sowie die Untersuchung aller bei der Einführung des elektrischen Betriebs in Betracht kommenden Fragen verkehrs-, maschinen- und elektrotechnischer Natur erstreckte.

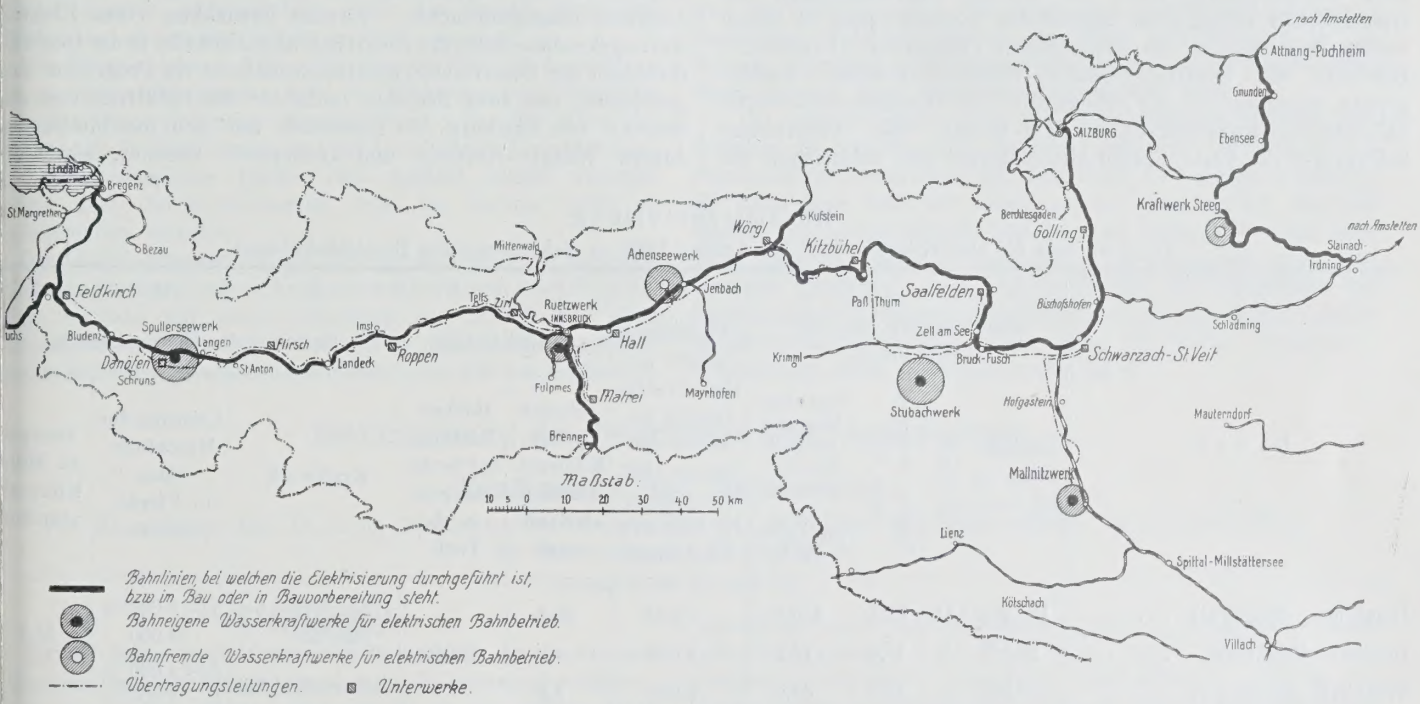
Das Arbeitsgebiet der Studienabteilung wurde auf das ganze Eisenbahnnetz südlich der Donau mit rund 4400 km ausgedehnt.

Die auf die Sicherstellung der Wasserkräfte abzielende Tätigkeit der »Studienabteilung« schlofs mit der Erwerbung von wasserrechtlichen Bewilligungen für 24 Anlagen mit einer gesamten mittleren Jahresleistung von rund 125 000 Pferdestärken ab, von denen 20 im Gebiet der Republik Österreich liegen.

Ferner waren verschiedene Stromlieferungsverträge abgeschlossen worden, von denen einige auch noch für den Bereich der Österreichischen Bundesbahnen in Betracht kommen.

In Österreich ist es bekanntlich vor dem Kriege trotz eingehender Studien und Vorarbeiten zu einer eigentlichen Elektrisierung von Vollbahnlinien, d. h. zu einer Umwandlung von mit Dampflokomotiven betriebenen Bahnen auf elektrischen Betrieb nicht gekommen, wenn man von der schmalspurigen St. Pölten — Mariazeller Bahn absieht. Dagegen waren die vollbahnartigen Charakter aufweisende Mittenwaldbahn und einige Lokalbahnen von Haus aus für elektrischen Betrieb eingerichtet worden.

Es würde zu weit führen, hier die vielfach in Widerständen und Bedenken der Heeres- und der Finanzverwaltung begründeten Ursachen dieser vergleichsweisen Rückständigkeit näher auszuführen. Es darf auch nicht vergessen werden, dafs das alte Österreich über reiche Schätze, von zum Teile hochwertiger — für Dampflokomotivbetrieb also gut geeigneter — Kohle verfügte, ein unmittelbarer Zwang zur Elektrisierung seiner Bahnen unter Ausnützung der Wasserkräfte also nicht bestand. Die



Übersichtskarte.

Gleichlaufend mit diesen Arbeiten wurden im allgemeinen der Arbeits- und Leistungsbedarf für das gesamte Netz der ehemaligen k. k. österreichischen Staatsbahnen, die technischen Grundlagen (insbesondere die Anfahr- und Bremsverhältnisse der Züge, deren Geschwindigkeiten und Gewichte, die Zugfolgezeiten und Aufenthalte, die verschiedenen Stromarten) sowie die ökonomischen Grundzüge der elektrischen Zugförderung eingehend behandelt und im besonderen die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs auf einigen für die neue Betriebsart besonders geeigneten Strecken untersucht*).

Die umfassenden Arbeiten der »Studienabteilung« des vormaligen österreichischen Eisenbahnministeriums sind ausführlich in den im Jahre 1917 herausgegebenen »Mitteilungen über die Studien und vorbereitenden Mafsnahmen der österreichischen Staatseisenbahnverwaltung zur Ausnützung der Wasserkräfte und zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen« niedergelegt.

*) Siehe „Grundlagen der Zugförderung zum elektrischen Betriebe der k. k. österreichischen Staatsbahnen." Von Dr. techn. Artur Trusechka, R. Oldenbourg, München 1912.

Umwandlung von mit Dampflokomotiven betriebenen Bundesbahnstrecken auf elektrischen Betrieb setzte aber unmittelbar nach dem Kriege ein unter dem zwingenden Eindruck der schwersten Kohlennot und der dadurch hervorgerufenen Einsicht, dafs nur ein vom Bezuge hochwertiger Auslandskohle möglichst unabhängiger Eisenbahnbetrieb dauernd einen gesicherten Verkehr ermöglicht. Die oben erwähnten, vor dem Kriege von der ehemaligen österreichischen Staatseisenbahnverwaltung durchgeführten weitausgreifenden Studien und Vorarbeiten haben es ermöglicht, dafs im Jahre 1919 mit den Arbeiten für die Elektrisierung der Arlbergstrecke und der Salzkammergutlinie ohne Verzug begonnen werden konnte.

Es ist heute überflüssig, die allgemein bekannten Eigenschaften und Vorzüge der elektrischen Zugförderung hier neuerdings zu erörtern. Für unsere österreichischen Verhältnisse müssen aber folgende Momente noch besonders unterstrichen werden: Die Kohlenersparnis und die dadurch eintretende Verminderung des Passivums unserer Handelsbilanz; die Möglichkeit, die Geschwindigkeit unserer Züge zu erhöhen, dadurch an Personal zu ersparen und das Reisen bequemer zu machen und ausländisches Publikum ins Land zu ziehen; aber auch

im Inland die Abwicklung der Handelsgeschäfte zu beschleunigen und zu erleichtern, den geistigen und kulturellen Kontakt zu erhöhen, unsere Hauptlinie von Wien nach Buchs im Verkehr mit den westlichen Staaten konkurrenzfähig zu erhalten und im Laufe der Zeit mit zunehmender Verkehrssteigerung eine gröfsere Rentabilität der Bundesbahnen zu erzielen. Hierzu kommt, dafs die Elektrisierungsbauten dazu angetan sind, über eine schwere Industriekrise hinwegzuhelfen, die Arbeitslosigkeit erfolgreich und in ausgesprochen produktiver Weise zu mildern.

Nachdem auf Grund der Gesetze vom 20. Dezember 1919 und 20. Mai 1920 mit den ersten Arbeiten für die Elektrisierung der Strecken westlich von Innsbruck und der Linie Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim bereits begonnen worden war, erfolgte im Juli 1920 durch die Nationalversammlung die Annahme eines Gesetzes betreffend die Einführung der elektrischen Zugförderung auf den Österreichischen Bundesbahnen, nach welchem unter dem Gesichtspunkte einer die grofsen Durchzugslinien des Gesamtnetzes schrittweise erfassenden Elektrisierung in einem ersten Bauabschnitt die Arlbergbahn (Innsbruck—Landeck—Bludenz), die Vorarlbergerbahn (Bludenz—Bregenz—Reichsgrenze, einschliefslich der Nebenlinien), die Westbahnteilstrecken Salzburg — Schwarzach-St. Veit — Wörgl, die Tauernbahn Schwarzach-St. Veit—Spittal-Millstättersee und schliefslich die Salzkammergutlinie Stainach-Irdning — Attnang-Puchheim auf elektrischen Betrieb umgewandelt werden sollten.

Dieses Netz weist eine Betriebslänge von 652 km auf, 412 km hiervon sind eingleisig, 240 km zweigleisig. (Siehe die Übersichtskarte auf Seite 473.)

Der Energieversorgungsplan sah neben dem Bezuge elektrischen Stromes aus fremden Kraftanlagen die Errichtung bahneigener Wasserkraftwerke, und zwar vorerst am Spullersee bei Danöfen, im Stubachtale und an der Mallnitz bei Obervellach, sowie die bauliche Erweiterung des schon bestehenden Bahnkraftwerkes am Ruetzbache vor.

Seitdem im Oktober 1923 die Unternehmung »Österreichische Bundesbahnen« als selbständiger Wirtschaftskörper errichtet worden war, setzten die Bemühungen, die Fortführung des Elektrisierungsbaues auf feste finanzielle Grundlagen zu stellen, in erhöhtem Mafse ein, zumal der Präsident der Verwaltungskommission der Österreichischen Bundesbahnen, Dr. Georg Günther, der Fortführung der Elektrisierung das lebhafteste Interesse entgegenbrachte. Zwecks Erwirkung eines Elektrisierungskredites hatte die Elektrisierungsdirektion in der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen ein Programm ausgearbeitet, das zwei Projekte umfafste: die Elektrisierung der Strecke von Salzburg bis Innsbruck mit den anschliefsenden Linien Wörgl—Kufstein und Innsbruck—Brenner, sowie die

Zusammenstellung.

Angaben über die elektrisierten bzw. bis Anfang 1929 zu elektrisierenden Bundesbahnlinien.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Linie	Hauptangaben über die Bahnlinien				Verkehrsstärke in tägl. Bruttotonnen im Mittel des Jahres 1925 (zusammen für Hin- und Rückfahrt)	Energiebedarf		Deckung des Energiebedarfs		
	Betriebslänge in Kilometer	Gleiszahl	Gröfste Neigung in v. T.	Verkehrsleistung in Mill. Bruttotonnen-km im Jahre 1925		Jährlich in Mill. Kilowattstunden ab Kraftwerk	Höchstleistung in Pferdestärken a. d. Turb.	Kraftwerk	Leistung der Maschinensätze in Pferdestärken	Energie in Mill. Kilowattstunden
Innsbruck—Bludenz[1]	136,286	1*)	31,4	450,8	8,400	29,6		a) Spullersee bei Danöfen	3 × 8 000 = 24 000	25,2
Bludenz—Feldkirch[1]	20,782	1	10,0	72,1	9,500	4,0	32 000			
Feldkirch—Buchs[1]	18,527	1	10,5	34,4	5,900	1,8		b) Ruetzbach bei Schönberg	2 × 4 000 + 1 × 8 000 = 16 000	39,0
Feldkirch—Bregenz[1]	36,851	1	10,0	62,0	4,600	3,5				
Summe Westgruppe	212,446	—	—	619,3	—	38,9	—	—	40 000	64,2
Salzburg—Schwarzach-St. Veit[3]	66,664	2	10,0	322,4	13,200	16,6		a) Achenseewerk der „Tiwag“	3 × 8 000 = 24 000	25,0 bis 40,0
Schwarzach-St. Veit—Wörgl[2]	125,516	2	22,8	507,6	11,100	32,4		b) Stubachtal, Stufe: Tauernmoosboden—Enzingerboden	4 × 8 000 = 32 000	37,3
Kufstein—Wörgl[1]	13,340	1	3,3	55,9	11,500	2,2	50 000			
Wörgl—Innsbruck[1]	59,563	2	4,8	446,1	20,500	17,0		c) Mallnitz bei Obervellach	2 × 5 000 = 10 000	33,1
Innsbruck—Brenner[2]	56,943	2	25,5	142,8	10,600	11,4				
Summe Ostgruppe	302,026	—	—	1474,8	—	79,6	—	—	66 000	95,4 bis 110,4
Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim[1]	107,351	1	22,5	118,9	3,000	6,5	6,000	Kraftwerk Steeg d. El. W. Stern & Hafferl A.-G.	2 × 5 000 = 10 000	7,0 bis 9,0
Gesamtsumme	621,823	—	—	2213,0	—	125,0	—	—	—	166,6 bis 183,6

*) 11,111 Kilometer (St. Anton—Langen mit dem Arlbergtunnel) sind zweigleisig.

[1]) In elektrischem Betrieb.

[2]) Elektrisierungsbau im Gang.

[3]) Elektrisierungsbau in Vorbereitung.

trisierung der Semmeringstrecke Gloggnitz—Mürzzuschlag. Wirtschaftlichkeitsberechnung für diese Streckengruppe b ungefähre Gleichheit zwischen den Kosten des elektrischen des Dampfbetriebs, ein Verhältnis, das sich im Laufe der mit ansteigendem Verkehr natürlich günstiger gestalten , besonders wenn der Amortisations- und Zinsendienst für aufgewendete Kapital entfallen wird. Die Gesamtkosten Elektrisierung der Strecken westlich von Salzburg wurden 88 Millionen Goldkronen, die der Semmeringstrecke mit Millionen Goldkronen ermittelt.

Nach langwierigen Verhandlungen gelang schliefslich die ızielle Sicherstellung des Grofsteiles dieses Programmes, m das Finanzkomitee des Völkerbundes anläfslich der ung im Juni 1925 eine Resolution fafste, mit der für die trisierung der Strecken Salzburg—Wörgl und Kufstein—rgl—Innsbruck—Brenner ein Betrag von 88 Millionen Goldıen aus den Völkerbundkreditresten freigegeben wurde. konnte trotz der vorläufigen Zurückstellung der Semmeringke Gloggnitz—Mürzzuschlag unter den damals gegebenen hältnissen als grofser Erfolg gewertet werden.

Die Übersichtskarte Seite 473 gibt ein Bild des derzeitigen ängs des elektrisierten bzw. in Elektrisierung stehenden es der Österreichischen Bundesbahnen; aus der Karte ist die Lage der Kraftwerke und der Unterwerke zu entnehmen. Zusammenstellung (Seite 474) enthält einige wichtige aben über die elektrisierten, bzw. bis Anfang 1929 zu trisierenden Strecken.

Die fünf Kraftwerke für die Energieversorgung der Strecken lich von Salzburg liefern Einphasenwechselstrom von $16^2/_3$ Per. ler Sekunde mit einer Spannung von 55 kV und sind reinander und mit den Unterwerken mittels Übertragungsngen mit einer gesamten Trassenlänge von 490 km verbunden.

In den längs der elektrisierten Bahnlinien angeordneten Unterwerken Feldkirch, Danöfen, Flirsch, Roppen, Zirl, Matrei, Hall i. T., Wörgl, Kitzbühel, Saalfelden, Schwarzach-St. Veit und Golling-Abtenau wird die Übertragungsspannung auf die Fahrleitungsspannung von durchschnittlich 15000 Volt herabgesetzt.

Die Salzkammergutlinie wird aus dem ungefähr in Streckenmitte gelegenen Kraftwerk Steeg unmittelbar mit Strom von Fahrleitungsspannung gespeist.

Von den seit dem Jahre 1919 der Elektrisierung zugeführten Strecken sind derzeit aufser der 107 km langen Salzkammergutlinie auch die Strecken Kufstein—Wörgl—Innsbruck—Landeck—Bludenz—Feldkirch—Buchs und Feldkirch—Bregenz mit einer Gesamtlänge von 285 km im elektrischen Betrieb; die Arbeiten auf der Strecke Innsbruck—Brenner und Wörgl—Saalfelden sind im vollen Gange und werden zu Beginn des Jahres 1928 vollendet sein, während zu Beginn des Jahres 1929 gleichzeitig mit der Vollendung des Stubach- und des Mallnitzwerkes die elektrische Ausrüstung der Strecke Saalfelden—Salzburg beendet und damit das derzeit in Durchführung begriffene Elektrisierungsprogramm der Österreichischen Bundesbahnen zum Abschlusse gelangt sein wird.

Es wäre verfrüht, über die weitere Entwicklung der Einführung des elektrischen Betriebs auf den Österreichischen Bundesbahnen heute schon eine bestimmte Voraussage zu machen. Es kann aber wohl als sicher angenommen werden, dafs die einmal begonnene Elektrisierung unseres Bahnnetzes nicht mehr zum Stillstand kommen, vielmehr — in rascherem oder langsamerem Zeitmafse — die Elektrisierung der Hauptlinien der Österreichischen Bundesbahnen fortschreiten wird, wobei zunächst an die Strecken Salzburg—Linz—Wien und Wien—Gloggnitz—Semmering—Graz gedacht werden kann.

Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.

Kraftwerke und Unterwerke.

Von Ministerialrat Ing. Dr. techn. **Hruschka** und Ministerialrat Ing. **Schnürer**, Abteilungsvorstände der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Tafel 47 und 48.

I. Kraftwerke.

Als im Jahre 1919 Österreich daranging, die elektrische förderung auf den Hauptlinien der Bundesbahnen einzuführen, es ihr sehr zu statten, dafs bereits in den Jahren 1909 1912, gleichzeitig mit dem Bau der Mittenwaldbahn und deren Betrieb das Ruetzwerk errichtet worden war und es einiger Erweiterungen bedurfte, um dieses Kraftwerk als ndbelastungswerk in Verbindung mit dem zu errichtenden cher- und Spitzendeckungswerk am Spullersee dem elekhen Betriebe der Bahnstrecken westlich von Innsbruck stbar zu machen.

Beide Werke sind imstande, zusammen ganzjährig gleichbend 7300 kW zu leisten, was einer Jahresarbeit von Millionen kWh entspricht. Hiervon entfällt auf das Spullerseeein hauptsächlich in den wasserarmen Wintermonaten zu ender Anteil von 25 Millionen kWh, auf das Ruetzwerk Grundbelastungsleistung von 39 Millionen kWh.

Das südlich von Innsbruck befindliche **Ruetzwerk** nützt rund 180 m betragende Gefälle des aus den Stubaier schern entspringenden Ruetzbaches zwischen Fulpmes und er Mündung in die Sill aus. Das Einzugsgebiet des Baches ägt 280 km², die kleinste bisher beobachtete Niederwasserge 1,7 m³/Sek., die gröfste Hochwassermenge 160 m³/Sek. Gesamtanlage des Werkes ist aus Textabb. 1 und 2 ersichtlich.

Die Wasserfassung erfolgt mittels eines auf Höhenkote ,70 m liegenden Grundwehres. Das am linken Bachufer ıdliche Einlaufbauwerk besteht aus einer Streichwand zur Abweisung von Schwimmkörpern, einem Grobrechen, einer Schotterschleufse, einem Feinrechen, einem Klärbecken mit Schlammablasschütze und einem Umlaufkanal. Das an die Wasserfassung anschliefsende rund 6 km lange Zuleitungsgerinne mit $1^0/_{00}$ Gefälle ist in der Anfangsstrecke zum Teil über Aquädukte ober Tag, im überwiegend restlichen Teil als Freispiegelstollen ausgeführt. Das vom Stollen durchörterte Gebirge besteht teils aus quarzreichem Schiefer von Phyllit-, Gneis- oder Glimmerschiefer-Charakter, teils aus lockeren Flufsschottern, tonigen Moränen und Moränenschutt. Der Stollen besitzt annähernd einen Rechtecksquerschnitt mit den Ausmafsen 1,50/2,25 m, ist durchwegs betoniert und mit einem Glattputz versehen. Bei einer Wassertiefe von ca. 1,85 m und einer Wassergeschwindigkeit von 1,90 m/Sek. vermag der Stollen eine Betriebswassermenge von nahezu 5 m³/Sek. zu führen. Vorgenommene Messungen ergaben für die Rauhigkeitsbeiwerte in der Formel von Ganguillet-Kutter für die Seitenwände den Wert $n_1 = 0{,}0116$, für die Sohle $n_2 = 0{,}0143$ und als Durchschnittswert für das ganze Profil bei max. Beaufschlagung 0,0125.

Das Wasserschlofs fafste ehedem nur 3000 m³. Anläfslich der Einführung der elektrischen Zugförderung auf der Arlbergstrecke war es erforderlich, das Wasserschlofs durch Zubau eines zweiten Beckens um 3500 m³ zu vergröfsern. Hierdurch ist das Ruetzwerk in die Lage versetzt worden, auch gröfsere kurzfristige Spitzenleistungen zu übernehmen. Bei der vorgenommenen Vergröfserung des Wasserschlosses wurde

auch darauf Bedacht genommen, dafs durch entsprechende Betätigung der eingebauten Schützen einer der beiden Behälter zum Zwecke der Vornahme von Ausbesserungen oder Reinigungsarbeiten ausgeschaltet werden kann, ohne hierbei den Werkbetrieb unterbrechen zu müssen. Während das alte Becken einen Streichüberfall von 32 m Länge besitzt, wurde im neuen Becken, mit Rücksicht auf die beengten Verhältnisse, ein Heberübereich eingebaut, das aus vier Hebern von je 0,475 m² die Vermischung mit Luft auftretenden erhöhten Reibung Mittel nur 20 m/Sek. beträgt.

Die Lage des Wasserschlosses am Hange eines Gebi rückens, der gegen die spitzwinklige Einmündung des Ru baches in den Sillflufs abfällt, und der Umstand, dafs sich jenseitigen Hange dieses Gebirgsrückens in der gleichen Höh lage das Wasserschlofs des der Stadtgemeinde Innsbruck hörenden Sillwerkes befindet, ermöglichte es, die beiden Was

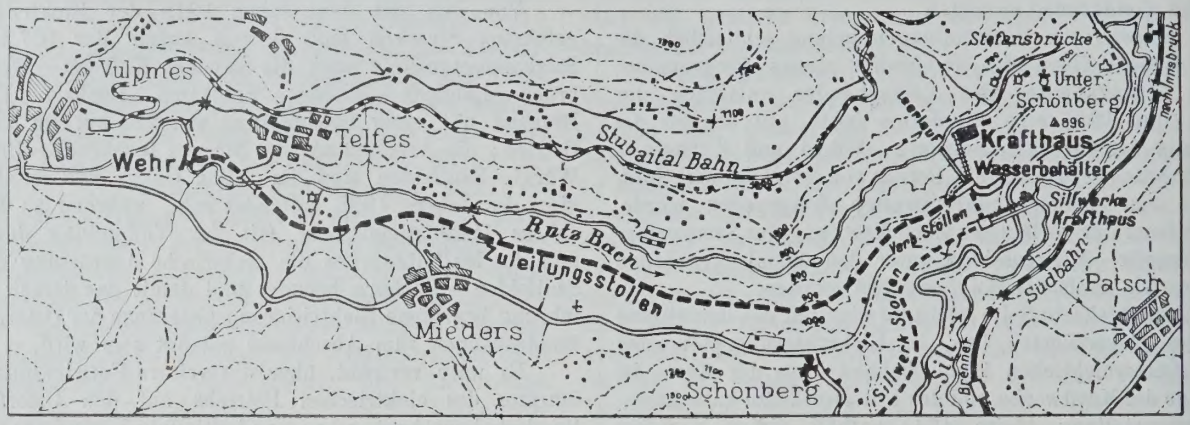


Abb. 1. Ruetzwerk: Lageplan.

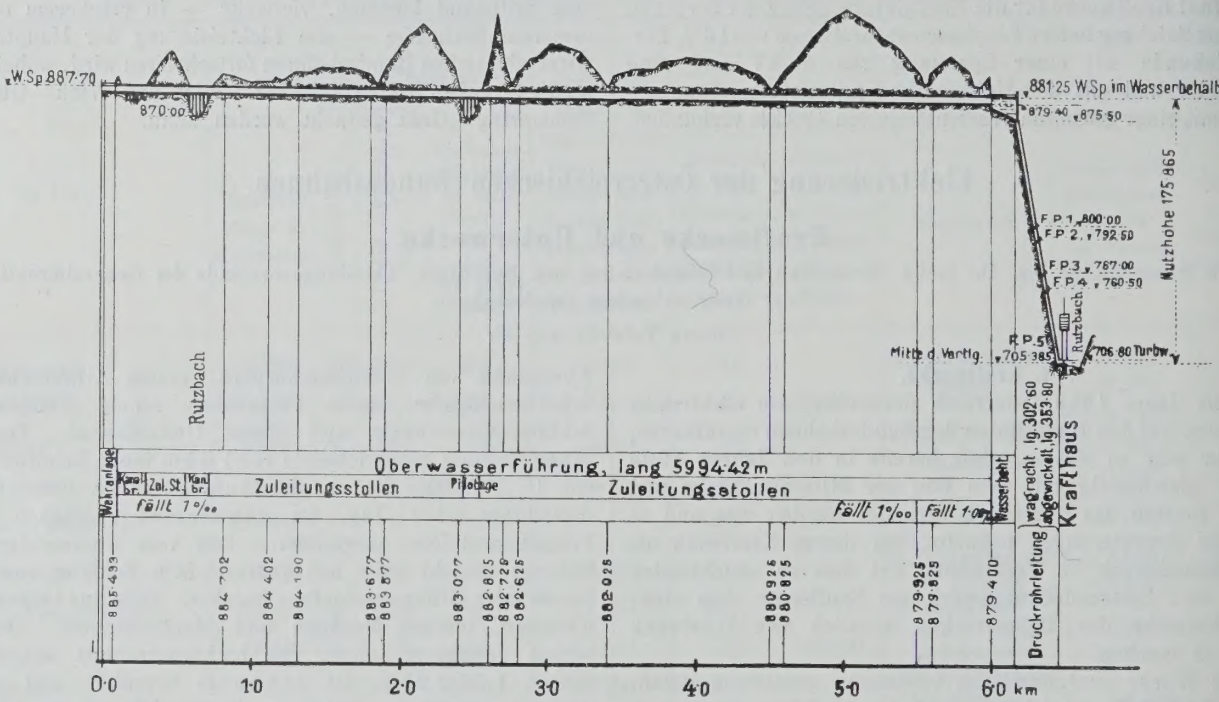


Abb. 2. Ruetzwerk: Längenschnitt.

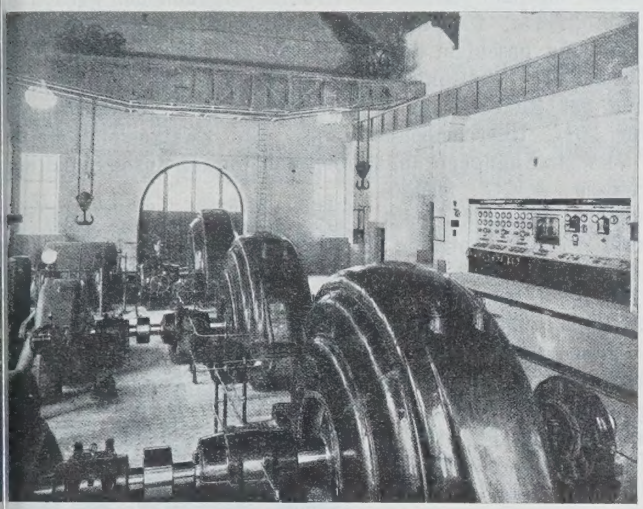
Querschnittsfläche besteht, deren Überfallsschneiden hinsichtlich der Höhenlage zueinander um je 1 cm gestaffelt sind. Die Überfallskanten der beiden genannten Entlastungseinrichtungen liegen rund 881,25 ü. d. M. Das über sie abfliefsende Wasser wird in einem für das alte und neue Becken gemeinsamen Leerlaufgerinne geradlinig in der durchschnittlich unter 38° geneigten Fallinie über den Berghang in das Wildbett des Ruetzbaches abgeführt. Dieses 223 m lange betonierte Gerinne besitzt ein trapezförmiges, an der Sohle 2,50 m breites Profil und ist mit einem Bohlenbelag aus Lärchenholz verkleidet. Vorgenommene Messungen und Versuche zeigten, dafs die Geschwindigkeit des abfliefsenden Wassers infolge der, durch

schlösser mittels eines 230 m langen, beiderseits durch Schüt absperrbaren Stollens zu verbinden, und hierdurch beide Kra werke in die Lage zu versetzen, sich gegenseitig bei Notsta Wasseraushilfe zu gewähren.

An das Wasserschlofs des Ruetzwerkes schliefsen zwei, Abstande von 3,3 m parallel zueinander verlaufende, je 365 lange Druckrohrstränge an, von denen einer erst anläfsl der vorgenommenen Werkserweiterung verlegt worden ist. Lichtweite dieser Rohrleitungen nimmt in drei Stufen von 14 auf 1350 und 1250 mm ab. Beide Rohrstränge stützen s auf sechs gemeinsame, in Beton ausgeführte Festpunkte. Aufs dem liegen die einzelnen 7,20 m langen Rohrschüsse auf eb

gemeinsamen Rohrsockeln gleitend auf. Durch Messungen e der Beiwert λ in der Geschwindigkeitsformel nach Forchheimer $v = \lambda . R^{0,7} . J^{0,5}$ für den älteren geeifsten Rohrstrang nach elfjähriger Betriebsdauer mit 70,9, en neuen genieteten Rohrstrang mit 96,1 ermittelt. Bei eaufschlagung der Turbinen ist die Wasserführung jedes stranges 4,6 m^3, was einer Höchstgeschwindigkeit von 1/Sek. entspricht.

Bei der Erweiterung des Kraftwerks blieb das Krafthaus rlich unverändert. Nur in seinem Innern mufste eine e baulicher Abänderungen und Ergänzungen vorgenommen en, die der Hauptsache nach durch die Aufstellung eines n Maschinensatzes von 8000 PS erforderlich waren.



ob. 3. Ruetzwerk: Maschinensaal mit der Hauptschalttafel.

Der 26,60 m lange und 16,40 m breite, bis zur Unterdes hölzernen Stefansdachstuhles offene Maschinensaal in seiner ganzen Länge von einem Laufkran mit 45 t kraft bestrichen. Die aus Blechträgern gebildete Kranbahn beiderseits auf je vier Eisenbetonpfeilern auf. Zusammen den schon vor der erwähnten Erweiterung vorhandenen Maschinensätzen von je 4000 PS enthält nunmehr die hinenhalle drei Maschinensätze mit zusammen 16000 PS ung. Die Abgabe des von den Peltonturbinen verarbeiteten ers erfolgt unmittelbar in den unterhalb der Turbinen afenden Unterwasserkanal. Die erforderliche Kühlluft für beiden kleineren Generatoren wird mittels eingebauter ngsschaufeln aus dem Maschinensaale und für den neuen en Generator aus einem eigenen Frischluftkanal angesaugt. die Warmluftabführung dient ein gemeinsamer, ins Freie nder Abluftkanal.

Über Stahlgufsschieber werden drei Peltonturbinen, für 4000 PS und eine für 8000 PS, gespeist*). Textabb. 3 den Maschinensaal mit der Hauptschalttafel. Vorne sieht die zwei älteren Sätze, hinten den neuen Maschinensatz, n Gröfse dank der seit dem ersten Ausbau gemachten chritte in der Ausnützung der Werkstoffe trotz doppelt so er Leistung beinahe die gleiche ist, wie bei den alten Sätzen. bb. 4 zeigt die beiden auf gemeinsamer Welle sitzenden Laufder mit vier Düsen arbeitenden 8000 PS Zwillings-Peltonne, Textabb. 5 einen Querschnitt durch die Turbine. Die neue ine hat 8487 PS Abfalleistung bei 333 Umdr./Min. und

*) Siehe die eingehende Besprechung des elektromechanischen von Dr. Hruschka, „Die Kraftwerke und Unterwerke für den rischen Betrieb der Arlberg- und der Salzkammergutlinie, I. Das öfserte Ruetzkraftwerk"; Eletrotechnik und Maschinenbau 1925, 2; eine ähnliche Veröffentlichung „II. Das Spullerseewerk", in leichen Zeitschrift ist in Druck.

Doppelregulierung System Voith mit Nadel und Ablenker. Die Ablenker können innerhalb von $1^1/_2$ Sekunden bei plötzlicher Entlastung den Strahl abschneiden, worauf erst die Düsen entsprechend der zugelassenen gröfsten Drucksteigerung in der Rohrleitung ($10^0/_0$) innerhalb von 23 Sekunden langsam schliefsen. Die alten Turbinen haben noch die älteren wasserverschwendenden Nebenauslässe für mindestens 15 Sekunden Schliefszeit bei plötzlicher voller Entlastung, dafür eine Reglerschliefszeit zwischen $1^1/_2$ und $2^1/_2$ Sekunden. Die Schlüpfung (Ungleichförmigkeitsgrad) ist zwischen $-2^0/_0$ und $+6^0/_0$ und zwar entsprechend den in schweizerischen Bahnkraftwerken gemachten Erfahrungen

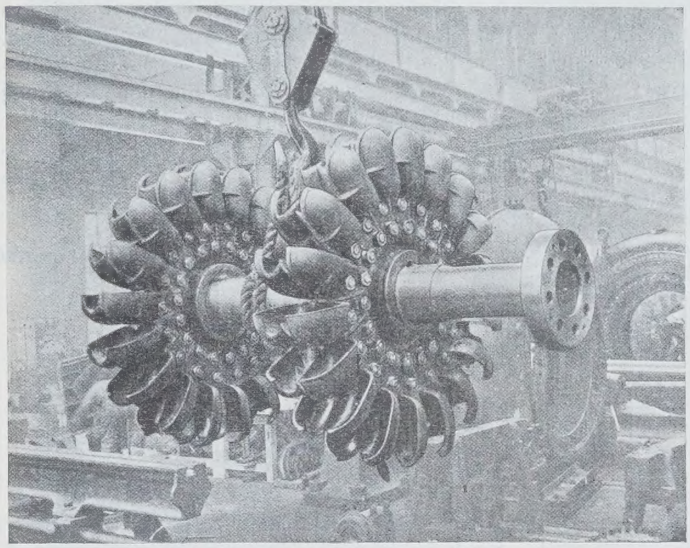


Abb. 4. Ruetzwerk: Welle mit Doppellaufrad der 8000 PS Turbine.

auch während des Ganges verstellbar gemacht. Die gröfste vorübergehende Drehzahländerung beträgt bei ± 25, ± 50, -75, $-100^0/_0$ plötzlicher Laständerung $-3,4$ und $+2,9$, $-5,7$ und $+4,8$, ferner $+7$ und $+11,3^0/_0$. Aufser diesen Gröfsen wurde wegen des besonderen Charakters des Bahnbetriebs, bei dem plötzliche grofse Belastungen mit Ausnahme von Kurz-

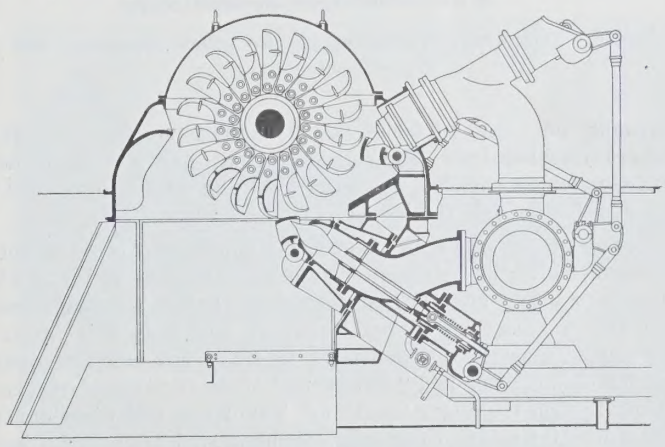


Abb. 5. Ruetzwerk: Schnitt durch die 8000 PS Turbine.

schlüssen niemals vorkommen, sondern die Zuschaltung der Lokomotivleistungen tatsächlich verhältnismäfsig ruhig und langsam erfolgt, eine Drehzahlschwankung von höchstens $4^0/_0$ bei allmählicher voller Belastung im Zeitmafs von 400 kW/Sek. vorgeschrieben. Die Wirkungsgrade sind aus der Textabb. 6 zu entnehmen. Die Turbinen haben einstellbare Vorrichtungen zur Leistungsbegrenzung. Die neue Turbine wiegt 41,8 t. Bei den Leistungsversuchen bediente man sich eines im oberen Teil

der Rohrleitung eingesetzten Woltmannschen Flügels. Hier wie bei allen anderen Bahnturbinen der Österreichischen Bundesbahnen wurde grofser Wert auf eine ganz lineare Beziehung zwischen Dauerdrehzahl und Leistung gelegt, um für den Parallelbetrieb der Kraftwerke bei schwankender Last einfache und übersichtliche Verhältnisse bei der Lastverteilung zu erhalten*).

Die Generatoren erzeugen Einphasenwechselstrom von 3000 bis 3300 V bei $16^2/_3$ Perioden in der Sekunde. Die älteren Generatoren sind für je 3000 kVA Dauerleistung und eine unmittelbar anschliefsende Überlastung auf 4500 kVA durch fünf Minuten, der neue Generator ist für 5000 kVA Dauerleistung und anschliefsend 7500 kVA durch sechs Minuten, alle bei $\cos\varphi = 0{,}8$ gebaut. Der neue Generator hat zweiteiligen Ständer und Selbstbelüftung bei 800 m³/Min. Luftverbrauch. Die Warmluft kann ins Freie oder in den Maschinensaal geleitet werden. Der Wirkungsgrad steigt mit der Belastung und beträgt bei 5000 kVA 92,9 und $91{,}5\,\%$ bei $\cos\varphi = 1$ bzw. 0,8, die Spannungserhöhung 10 bzw. $17{,}2\,\%$. Der Stofskurzschlufsstrom (Wechselstromglied) ist dank der grofsen

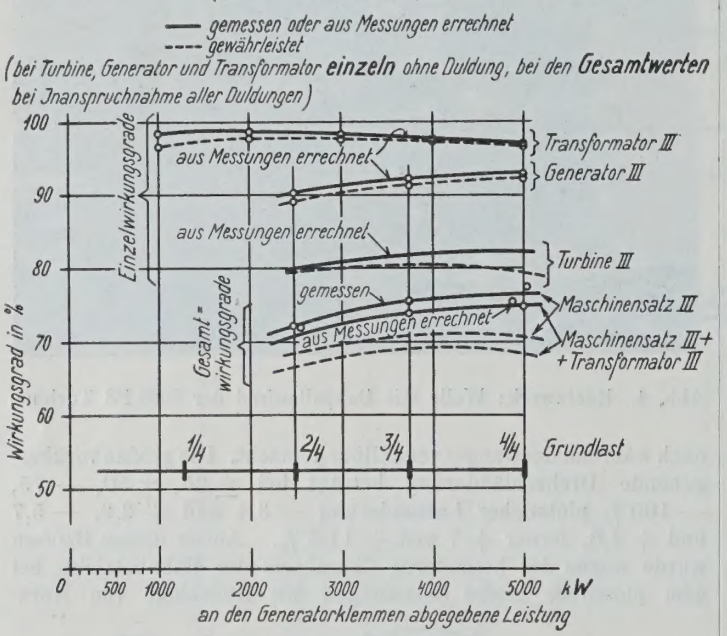


Abb. 6. Ruetzwerk: Wirkungsgrade des neuen Generator- und Transformatorsatzes.

Streuung nur das 4,8 fache des Grundbelastungsstromes, der Dauerkurzschlufsstrom bei Vollasterregung nur das 2,6 fache. Das Gesamtgewicht des Generators beträgt 94,5 t, davon 49 t für den Läufer mit Gebläseflügeln.

Jeder Generator speist über Kabel unmittelbar einen Hauptumspanner gleicher Leistung, der die Spannung auf 50 bis 55 kV hinaufsetzt. Die älteren Transformatoren haben Kühlschlangen von 300 m Länge im oberen Kesselteil und wiegen je 50,5 t; der neue Transformator doppelter Leistung hat aufsenliegende Ölkühlung mit einer 12 PS-Pumpe und einem Gleichstromröhrenkühler System Riedinger von 15 m² Kühlfläche und wiegt daher selbst nur 30,9 t. Die Kurzschlufsspannung aller Transformatoren ist hoch, nämlich $6{,}82\,\%$; den alten Transformatoren sind auf der Unterspannungsseite besondere Reaktanzdrosseln zwecks Angleichung vorgeschaltet. Die in Camposdrosselspulen hingegen dienen dem Überspannungsschutz.

Textabb. 6 stellt die Wirkungsgrade aller Teile der Maschinensätze und der Transformatoren dar.

*) Siehe den Bericht von Dr. Hruschka, „Die Lastverteilung zwischen parallellaufenden Bahnwasserkraftwerken (Betrachtungen und Erfahrungen)", Elektrotechnik und Maschinenbau, 1926, H. 2.

Die Eigenbedarfsanlage für 110 V Gleichstrom hat e 24 PS-Wechselstrom-Gleichstromumformer und eine Batterie 324/435 Amperestunden. Die Schaltanlage ist sehr gedr untergebracht, weil bei der Errichtung des Hochbaues (1 eine Erweiterung um nur 4000 PS vorausgesetzt war, vor a aber auch, weil damals die räumlichen Anforderungen an Sch anlagen viel bescheidener waren und man damals mit eine hohen Übertragungsspannung nicht gerechnet hatte. Trotz ist es gelungen, das Werk zu einem vollwertigen, auch für Durchspeisung der Energie geeigneten Bahnkraftwerk au gestalten, was allerdings nur durch eine fast vollständige, k spielige und sämtliche Stromkreise betreffende Umgestaltung Erweiterung möglich war, die ohne Einschränkung des laufe Mittenwaldbahnbetriebs schrittweise vorgenommen werden mu Abb. 5, Taf. 48 gibt das vereinfachte Hauptschaltbild. Erregung geschieht durch zwei Schnellregler System Tirril besonderer Schaltung für proportionale Aufteilung der W und der Blindleistungen im Verhältnis der Nennleistungen für $10\,\%$ Übercompoundierung. Die Zweikesselölschalter 55 kV sind hängend angeordnet und werden durch Schaltmag System A.E.G. ferngesteuert. Textabb. 7 zeigt zwei solcher Antriebe: je zwei Pole sind durch Gallsche Ketten gekuppelt und haben Reservehandantrieb; über ihnen sitzen die getrennten Überstrom- und Zeitrelais. Beim Öffnen eines Transformatorschalters durch Überstrom, Rückstrom, beim Durchgehen der Maschine oder von Hand wird der Generator aberregt. Die 3 kV-Hilfsschienen dienen nur für Speisung der Eigenbedarfsanlage, zur allfälligen Kreuzung zweier Sätze und allenfalls zum Anschlufs eines Belastungswiderstandes,

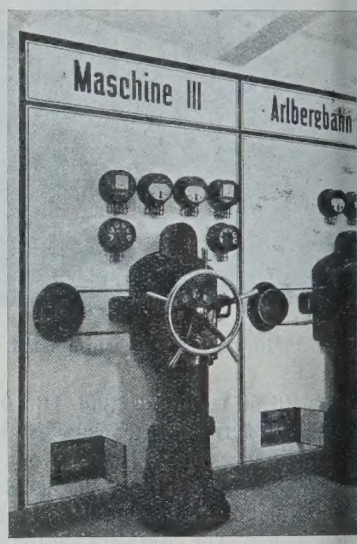


Abb. 7. Ruetzwerk. Steuerstände von 55 kV Ölschalt

der mit Grob- und Feineinstellung bei veränderlichem Wa spiegel arbeitet. Die 7-feldrige Hauptschalttafel gestattet Apparate fernzusteuern. Dem Überspannungsschutz di Hörnerfunkenstrecken mit Öldämpfungswiderständen, auf 7 eingestellt, sowie Camposdrosselspulen von 5 und 6 Kapazität.

Das Ruetzwerk arbeitet ebenso wie die ganze Übertragu anlage und das Spullerseewerk mit dauernder widerstandsl Erdung der Nullpunkte aller jeweils im Betrieb stehenden Tr formatoren. Bei dieser einfachen amerikanischen Schal sind nicht die geringsten Unzukömmlichkeiten, auch n Schwachstromstörungen, aufgetreten; es entfällt dabei auch kostspielige Einbau von Erdschlufsstromlöschern. Dafs j Erdschlufs ein Kurzschlufs ist, wird nicht störend empfun da jährlich nur etwa drei bis fünf Störungen an der Ü tragungsleitung auftreten. Die eine Übertragungsleitung nach Westen zum Spullerseewerk, die andere nach Osten ü Unterwerk Matrei zum Achenseewerk.

An den Maschinensaal schliefsen sich nacheinander drei Stock hohe Schalthaus, vier Umspannerzellen und diesen ein 7,20 m breiter Vorraum an. In dem letzteren wu zum leichteren Ein- und Ausbau der Umspanner eine Schi bühne und zwei Laufkrane, einer für Handantrieb und

gkraft und einer mit elektrischem Antrieb und 30 t Trag-
t errichtet.

In den beiden seitlich des Schalthauses befindlichen eben-
gen Anbauten sind eine Werkstätte, verschiedene Räume
das diensthabende Personal, eine Ölkühlanlage, Eigen-
arfsumspanner usw. untergebracht.

Aufserhalb des Krafthauses wurde am Vorplatz ein Be-
ungswiderstand für 5000 kW, bestehend aus einem betonierten
sserbecken von 7,5 m² Grundfläche und 2,00 m Tiefe,
erforderlichen Wasserzu- und ablaufleitungen und den
< 2 eisernen Tauchplatten von je 3 m² hergestellt.

Infolge der Lage des Krafthauses am Ufer des Ruetz-
hes hat der offen geführte, 4 m breite, beiderseits mit Wand-
ıern versehene Unterwassergraben verhältnismäfsig nur eine
inge Länge.

Ein Magazin, drei Wohngebäude mit insgesamt zwölf
hnungen für die Werkbediensteten, eine Trinkwasserleitung
einer nächstgelegenen Quelle und eine rund 1,5 km lange,
der Brennerstrafse abzweigende Zufahrtstrafse zum Kraft-
se bilden die Nebenanlagen des Kraftwerkes.

Wie schon angeführt, besitzt das Ruetzwerk ein Jahres-
eitsvermögen von rund 39 Millionen kWh und kann Betriebs-
zen bis 16 000 PS übernehmen.

Das mit dem Ruetzwerk durch eine 123 km lange Über-
gungsleitung elektrisch gekuppelte, am Westhange des Arl-
gs bei Danöfen errichtete **Spullerseewerk,** das ein Nutz-
ılle von max. 810 m besitzt, ist wie bereits eingangs gesagt,
Speicherwerk. Im Hinblick auf die vielen hinsichtlich dieses
rkes bereits erschienenen Veröffentlichungen*) seien nach-
ıend nur dessen wichtigste Anlageverhältnisse angeführt,
in Abb. 1 bis 3 und 6, Taf. 47 dargestellt sind.

Durch zwei auf festem Felsuntergrunde aus Beton errichtete
wergewichtssperrmauern (Textabb. 8 und 9) von 24 000
. 63 000 m³ Rauminhalt wurde der 1800 m ü. d. M. in
ım Gebirgskessel liegende, ehedem kleine Spullersee in ein
d $13^1/_2$ Millionen m³ fassendes Speicherbecken umgewandelt,
velchem die aus dem 11 km² grofsen, schneereichen, zwischen
h- und Klostertal liegenden Niederschlagsgebiet abfliefsenden
sser aufgefangen werden. Die Berechnungen, die durch mehr-
ige Messungen bestätigt wurden, ergaben, dafs die Wasser-
ıde unter Berücksichtigung der Wasserverluste im Mittel
Millionen m³, in den ungünstigsten Jahren 14 Millionen m³
ägt.

Die den Höchststau d. i. die Höhenkote 1825,00 m über-
eitenden Hochwässer werden mittels eines, in die Krone
südlichen Sperre eingeschnittenen Überfalles von 10 m
ge in den ursprünglichen Seeabfluls abgeleitet. Aufserdem
in die Felsbarre, auf der diese Sperre steht, auf Höhen-
1783,81 m ein 1 m weites, luftseitig durch einen Schieber
eine Drosselklappe absperrbares Grundablafsrohr eingebaut,
dessen Hilfe eine vollständige Entleerung des Speicher-
ens bewirkt werden kann.

Das rund 40 m unter dem Höchstwasserspiegel liegende
ılaufbauwerk besteht aus einem Stollentrichter, dem
fester Grobrechen und ein Feinrechen vorgelagert ist.
ser Feinrechen ist auf einen Rechenwagen montiert, der
inem überwölbten Schrägstollen mittels Handwindwerk und
kette aufgezogen und durch einen Dammbalkenbelag in
n Schützenwagen umgewandelt werden kann. An das Ein-
laufbauwerk schliefst sich ein 76 m langer und 1,80 m weiter, kreisrunder Druckstollen an, an dessen Ende, in einer Kammer, ein Schieber und eine Drosselklappe eingebaut sind. In diese Kammer gelangt man vom See aus über eiserne Leitern durch

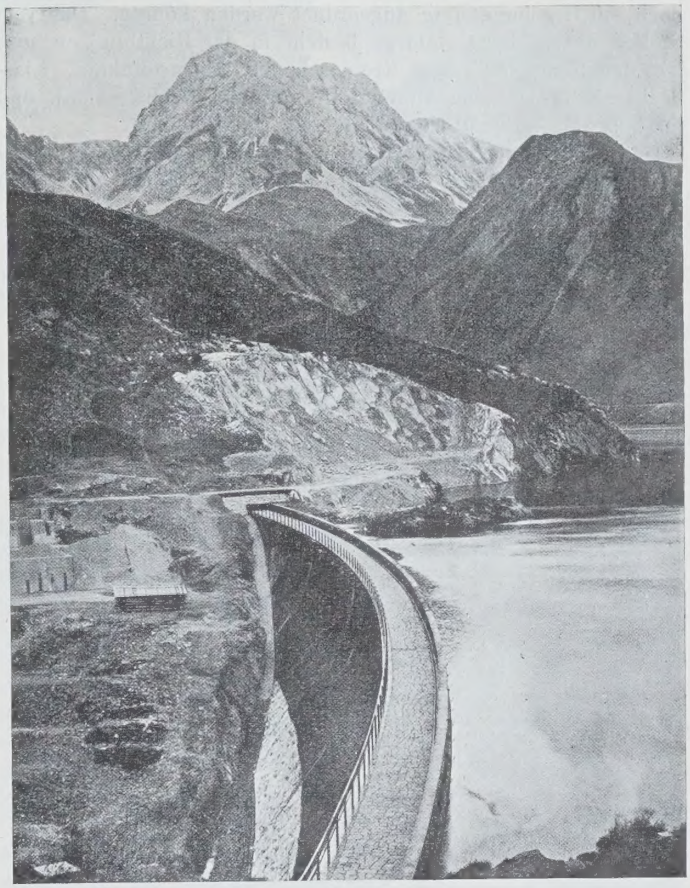


Abb. 8. Spullerseewerk: nördliche Sperrmauer mit Blick auf die Roggalspitze.

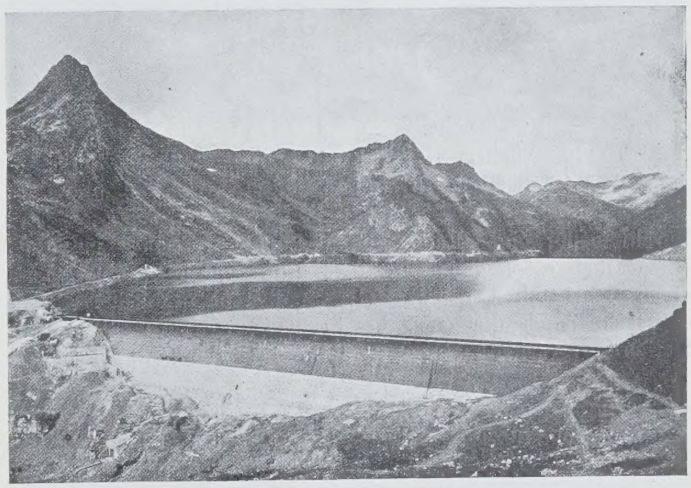


Abb. 9. Spullerseewerk: Ansicht der südlichen Sperrmauer mit Hochwasserüberfall und Grundablafs. Am Seeufer links die Kammern des Einlaufbauwerkes.

einen lotrechten, ungefähr 46 m tiefen, kreisrunden Schacht von 3,50 m Durchmesser, in dessen oberem Aufbau sich auch die Aufzugwinde für den vorgenannten Rechenwagen befindet. Hinter den Hauptabsperrorganen wird das Betriebswasser mittels

*) Siehe auch: Oberbaurat Ing. R. Geilhofer „Das Spullersee-
twerk". (Sonderdruck aus den Schriften des Vereins für Ge-
chte des Bodensees und seiner Umgebung. 53. Heft.)
Oberbaurat Dr. Ing. Innerebner: „Über die neuesten Er-
ungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgewinnung vom Stand-
kte des Bauingenieurs". (Wasserwirtschaft 1924, Nr. 14, 15.)
Prof. Ing. Findeis: „Der Schrägaufzug für das Spullerseewerk".
l. Ö. Ing.- u. Arch.-Vereines 1922, Nr. 31/32.)

einer 1,40 m weiten eisernen Rohrleitung von 6 mm Wandstärke durch einen rund 1800 m langen Stollen geführt. Der Durchmesser dieses kreisrunden, durchwegs mit Beton verkleideten Stollens (Abb. 3, Taf. 47) beträgt 2,60 m, so dafs neben dem auf gemauerten Sockeln aufliegenden Rohrstrang noch ein Begehungssteig angeordnet werden konnte. Das vom Stollen durchörterte Gebirge besteht in der Richtung vom See her der Reihe nach aus Kreideschiefer, Hornsteinkalk, Liasflecken-Mergel, rotem Adneterkalk, grauem Dachsteinkalk und im überwiegend restlichen Teile aus Hauptdolomit.

Die insbesondere gegen den Stollenausgang zu stark gebräche Beschaffenheit des Gebirges hatte zur Folge, dafs nach

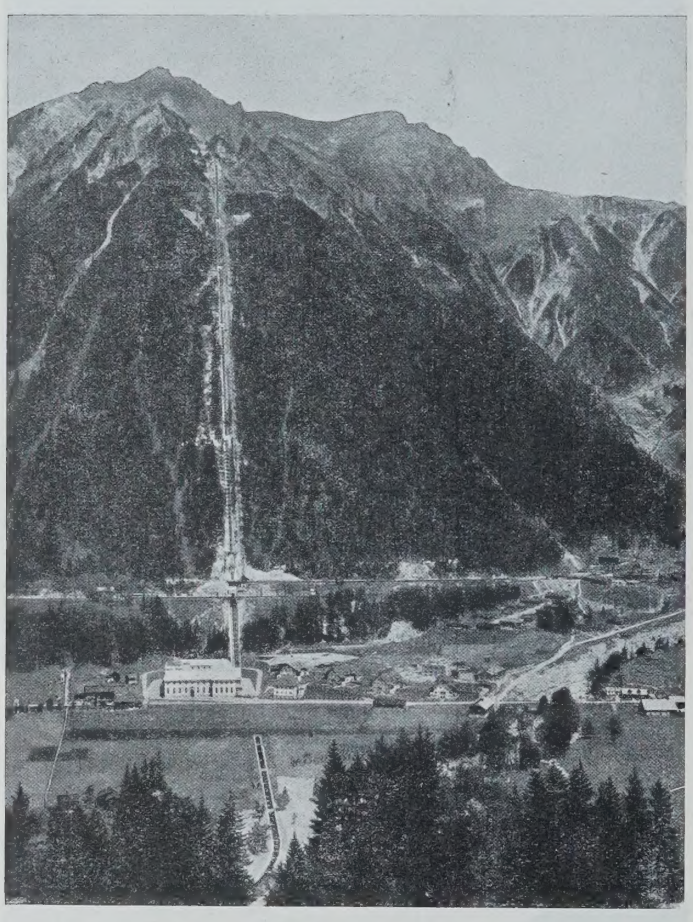


Abb. 10. Spullerseewerk: Krafthaus mit Steilrohrleitung. (Oberhalb des Krafthauses die Arlbergbahn.)

Durchführung einer Reihe von Versuchen, die alle ein nicht entsprechendes Ergebnis hatten, die ursprüngliche Absicht, einen Druckstollen*) herzustellen, aufgegeben werden mufste, und schliefslich die oben beschriebene Ausführung einer im Stollen frei verlegten eisernen Rohrleitung gewählt wurde.

*) Siehe über die Druckstollenfrage die Veröffentlichungen: Ing Dr. Effenberger: „Die Theorie des Druckwasserstollens“ (Melan-Festschr. 1923). — „Über das Druckstollenproblem, Entwicklung und gegenwärtiger Stand in Theorie und Praxis.“ (Z. d. Ö. Ing.- u. Arch.-Vereines 1923, Heft 42/43.)

Ing Dr. Mühlhofer: „Die Berechnung kreisförmiger Druckschachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch nachgiebigen Gebirges“ (Z. d. Ö. Ing.- u. Arch.-Vereines 1921, Nr. 15). — „Zur Druckstollenfrage“ (Die Wasserkraft 1923, Heft 8.) — „Über die Inanspruchnahme von Druckstollenauskleidungen.“ (Der Bauingenieur 1923, Heft 18.) — „Zur Klarstellung der Spannungsverhältnisse in Druckstollen.“ (Die Wasserkraft 1923, Heft 12.) — „Die Spannungen in Druckstollen.“ (Die Wasserwirtschaft 1923, Nr. 17.)

Dr. Ampferer: „Geologische Bemerkungen zum Druckstollenproblem.“ (Z. d. Ö. Ing.- u. Arch.-Vereines 1923, Nr. 42/43.)

Die Stollenrohrleitung mündet in das zum gröfst Teil gepanzerte Pufferwasserschlofs, das bei diesem Kraftwe aus einem über 50 m hohen kreisrunden Vertikalschacht v 4,00 m Durchmesser besteht, von dem unten zwei konisch je 14 m lange und oben ein 30 m langer Speicherstollen ho zontal abzweigen*).

An das Wasserschlofs schliefst sich ein 46 m langer eise gepanzerter runder Druckstollen von 1,60 m lichter Weite a der sich an seinem Ende vermittels eines Hosenrohres in dr in die Apparatenkammer führende Stränge von 1 m licht Weite gabelt.

Die von der Apparatenkammer zum Krafthaus führen Druckrohrleitung**) besteht derzeit aus zwei Rohrsträng von je 1395 m Länge und einer lichten Weite zwischen 950 u 650 mm bei 8 bis 35 mm Wandstärke, die durch sieben aus Bet hergestellte Festpunkte in dem Boden verankert sind und d zwischen auf ebenfalls betonierten Rohrsockeln gleitend aufruhe Bei der Herstellung dieser Festpunkte und Rohrsockel wur bereits auf eine allfällig künftige Verlegung eines dritten Roh stranges Bedacht genommen.

Daran schliefst sich die Verteilleitung von 49 m Läng Jeder Steilstrang wiegt rund 702 t. Der gröfste statische Dru ist 81 at. Die Drucksteigerung ist bei einem Impuls 4,5, b Resonanz zwischen Rohrschwingung und Belastungsschwanku der Strecke laut Schätzung wie Beobachtung etwas über 10% Die ganze Rohrleitung ist mit mindestens 50% Überdruck i Lieferwerk stückweise, wie auch an der Baustelle im ganz erprobt worden.

Das an der Arlbergstrafse gelegene Krafthaus (sie Textabb. 10) gliedert sich in zwei parallel zu einander liegen Längsflügel: Das Maschinenhaus einerseits und das Schaltha samt Unterwerk Danöfen anderseits. Beide sind durch ein Zwischenbau, der die 6 kV-Apparate enthält und einen Querflüg der die Eintrittshalle, die Kanzleiräume und im Keller d Speicherbatterie enthält, verbunden.

Die Abb. 3, Taf. 48 gibt den Grundrifs des Erdgeschoss des Krafthauses, enthaltend Maschinenhaus mit Steuerha 6 kV-Raum mit Verbindungsflügel, das grofse Schalthaus f 55 kV mit dem räumlich anschliefsenden Unterwerksschaltha für 55 und 16,5 kV, sowie die gesonderte, auch den Zweck der Leitungserhaltung dienende Werkstätte.

Der vorderhand für vier Maschinensätze von je 8000 P ausgebaute Maschinensaal besitzt eine Fläche von rund 56 × 15 r und kann zur Aufnahme eines fünften und sechsten Satzes spät verlängert werden. Er wird in seiner ganzen Länge von eine elektrisch betriebenen Fünfmotorenlaufkran mit zwei Laufkatze für insgesamt 60 t Tragfähigkeit bestrichen. Das Steuerha enthält im Erdgeschofs die Hilfserregerumformer, die Dic Spannungsregler, die Hilfs- und Verteilschalttafel, im ersten Stoc den abgeschlossenen Befehlsraum mit der Pult- und der Stel schalttafel.

Das zum Teil unterkellerte, 70 m lange und 17 m brei Schalthaus ist zwei-, im Bereich der Leitungsausführungen dre geschossig. Sämtliche Decken sind aus Eisenbeton hergestell

Das Schalthaus enthält im Erdgeschofs die Transformatore und die Ölschalterzellen (in der einen Ecke auch eine Schaltgrupp für den aus dem Litzwerke bei Schruns bezogenen, als Reserv für die Eigenschaftsdeckung verfügbaren Drehstrom von 10 kV im ersten Stock einen Drosselspulenraum und einen Raum fü

*) Über das Wasserschlofsproblem siehe: Ing. Kuhn: „Beitra zum Wasserschlofsproblem.“ (Z f. d. ges. Turbinenwesen 1920, Nr. 34

Ing. Dr. Mühlhofer: „Die Berechnung von Wasserschlössern mit oberer und unterer Speicherkammer.“ (Z. d. Ö. Ing.- u. Arch Vereines 1924, Nr. 45/46, 47/48). — „Zeichnerische Bestimmung de Spiegelberechnungen in Wasserschlössern mit unter Druck durch flossenem Zulaufgerinne.“ (Verlag Springer, Berlin 1924.)

**) Siehe Dr. A. Hruschka, Die Berechnung von Druck rohrleitungen (Elektrotechnik und Maschinenbau 1922, H. 46, 47).

Kraft- und Unterwerkssammelschienen mit Trennmessern, zweiten Stockwerk endlich Spannungswandler für 55 kV, rspannungsschutz und Fehlersuchschalttafel für 15 kV sowie Ausführungen für sämtliche Hochspannungsleitungen.

Die über Nadelschieber mit Metall- und Lederdichtung nderer Bauart gespeisten 8000 PS-Pelton-Turbinen en Laufräder von 3,6 m Durchmesser mit je 40 Stahlgufs-nern und machen 333 Umdr./Min. Die Wasseraustritts-hwindigkeit ist 117 m/Sek., bei Vollbelastung ist der Strahl-hmesser 106 mm, der Strahldruck 12,3 t. Das Rohgefälle 811 m. Jeder Maschinensatz hat drei Lager. Die Turbinen en Doppelregulierung System der Leobersdorfer Maschinen-ik mit Strahlablenkern und mit zwei miteinander gebundenen erkreisen für Nadel- und für Ablenkerreglung. Die Öffnungs-ist 14 Sekunden, Schliefszeit 30 bis 40 Sekunden, die Schliefs-des Ablenkers eine Sekunde. Eine Reihe sinnreicher Vor-rungen sorgt für selbsttätiges Abstellen der Turbine mittels des hlablenkers im Falle des Durchgehens, wie auch des Untauglich-dens des Reglers, wobei der Wasserdruck mitherangezogen ist, e dafs aber Rückwirkungen desselben im Sinne von Pendelvor-gen auf die beiden Steuerkreise eintreten könnten. Mittels

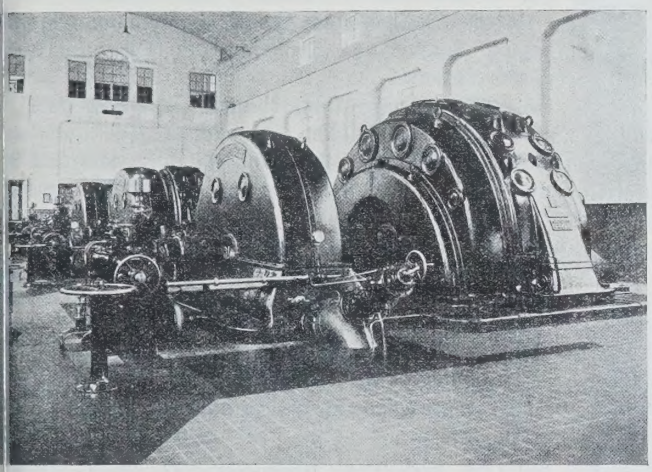


Abb. 11. Spullerseewerk: Maschinensaal.

r Gegendüse kann das Laufrad abgebremst werden. Ver-edene neuere Erfahrungen in Bahnwasserkraftwerken sind n Bau der Regler berücksichtigt worden. Dank dem grofsen vungmoment von 270 tm^2 sind die Drehzahlschwankungen bei zlichen Laständerungen äufserst gering. Alle Teile der binen sind mit 120 at erprobt. Gewicht einer Turbine rund 40 t.

Die Hauptgeneratoren liefern Einphasenwechselstrom 6000 bis 6600 V und $16\,^2/_3$ Perioden Abb. 4, Taf. 48 die Hauptschaltung der Hochspannungskreise, Textabb. 11 n Blick in den Maschinensaal. Die Generatoren speisen ittelbar über je einen Hauptumspanner gleicher Leistung die doppelten Hauptsammelschienen. Die Generatoren und panner sind 3000 kVA Dauerleistung, anschliefsend über-bar auf 5400 oder 7500 kVA durch 30 bzw. 6 Minuten ut. Die Spannung wird mittelbar geregelt, indem drei llelgeschaltete Tauchregler System Dick der österreichischen iens-Schuckert-Werke, zusammen mit einem vorgeschalteten die Compoundierung dienenden ebensolchen Regler, zunächst Magnetfelder zweier Hilfserregerumformer beeinflussen und e wieder über besondere Erregerschienen die mit den Haupt-eratoren gekuppelten Haupterreger steuern. Dabei beeinflufst nur einer der im Betrieb stehenden Generatoren mittels m- und Spannungswandlers über besondere 6 kV-Hilfs-enen die Dick-Regler. Jeder Generator kann mit Hilfe er Hilfsschienen auf die Dick-Regler oder auf einen stungswiderstand oder unmittelbar auf seinen Umspanner geschaltet werden. Die Hilfsschienen ermöglichen auch die Kreuzung zweier Sätze, wobei durch besondere Kontroller alle Steuer- und Mefskreise entsprechend umgeschaltet werden.

Das Gewicht eines Generators beträgt 137 t, das eines vollständigen Umspanners 32,9 t. Die Umspanner sind Mantel-umspanner mit Ölumlauf durch grofse Kühlschlangen von 2 t Gewicht, die im Keller in grofsen Eisenbeton-Kühl-bottichen liegen. Kurzschlufs-spannung der Umspanner 2,5 %. Textabb. 12 zeigt einen Hauptumspanner in seiner Zelle.

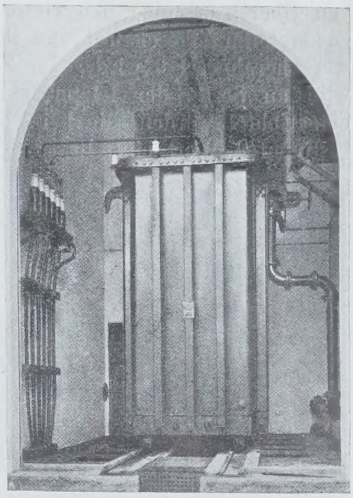


Abb. 12. Spullerseewerk: Haupt-umspanner von 7500 kVA Höchst-leistung.

Zur Deckung des Eigenbedarfs an Gleichstrom von 220 V sind vorhanden:

Ein Wechsel-Gleich-stromumformer und ein Dreh-strom-Gleichstromumformer, beide für je 200 kW, der letztere als Reserve. Der Wechselstromumformer wird von der Gleichstromseite an-gelassen und mittels strobo-skopischer Scheibe synchroni-siert. Der Wechselstrommotor ist für 6 kV gewickelt. Wegen der Schwankungen der Wechselspannung wird der erzeugte Gleichstrom durch zwei besondere Dick-Regler konstant gehalten, und für das Laden dient ein besonderer Ladeumformer von 37 kVA, während der Drehstromumformer unmittelbar Spannungssteigerung gestattet. Der Gleichstrom von maximal 240 kW Bedarf dient zur Steuerung der Ölschalter, zur Speisung der zahlreichen Öl- und Wasserpumpen, der Laufkrane und Werkstättenmotoren; der Wechselstrom hingegen nur zur Heizung und als Beleuch-tungsreservequelle.

Die Schaltanlage ist in sehr geräumiger Anordnung nach dem Zellensystem erbaut. Der 55 kV-Wechselstrom durch-läuft Drosselspulen und Stromwandler für Mefs- und Auslöse-

Abb. 13. Spullerseewerk: Doppelsammelschienen und Trennschalter.

zwecke, sodann die Ölschalter. Der Strom tritt vom Ölschalter in den in der Textabb. 13 ersichtlichen Sammelschienenraum; oben sind links und rechts die Doppelsammelschienen, darunter die Trennschalter der zu- und abführenden Stromkreise. Normal

wird in Hufeisenschaltung gearbeitet: das eine System sind die Maschinensammelschienen, vom anderen zweigen die Übertragungsleitungen ab, und dazwischen ist ein Werks-Kupplungsschalter, mit dem man das ganze Werk abschalten kann. Eine Reihe neuzeitlicher Sicherheitsvorrichtungen sorgt dafür, dafs beim Durchgehen eines Maschinensatzes oder beim Auftreten von Überstrom über den vierfachen Grundbelastungsstrom die Generatoren abgeschaltet und ihre Erregung auf den Leerlaufwert herabgesetzt wird. Im Zuge des Ausbaues des Netzes wird an Stelle der letzteren Einrichtung eine Stromreglung eingerichtet werden, die bei Überlastung den Strom auf einen bestimmten Wert einstellt.

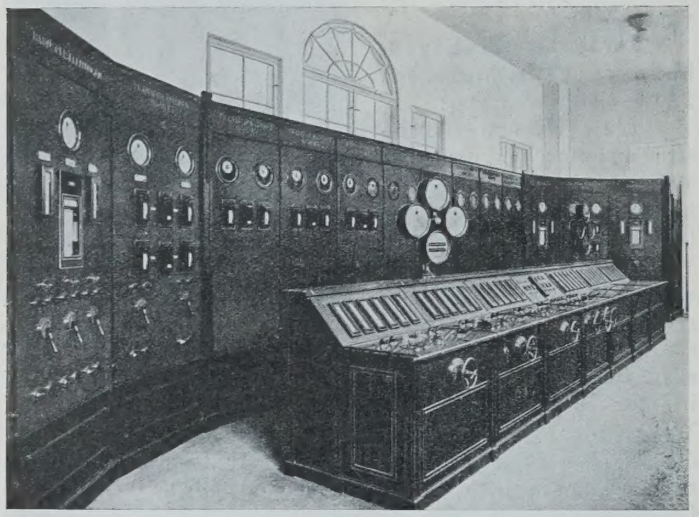


Abb 14. Spullerseewerk: Hauptschalttafeln.

Im Befehlsraum (siehe Textabb. 14) werden von den sechs Pultschaltfedern aus die sechs Generatoren gesteuert, während das siebente Feld in der Mitte für die Maschinenbefehle und den Werkschalter bestimmt sind. Die Stehschalttafel dient für das Unterwerk, für die Umspannerrelais und für die beiden Übertragungsleitungen (die eine nach Westen zum Unterwerk Feldkirch, die andere nach Osten zum Ruetzwerk).

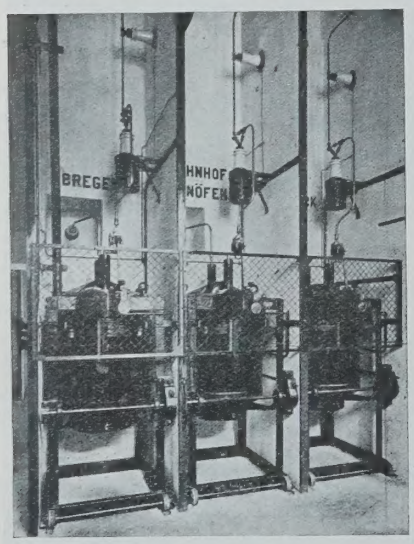


Abb. 15. Spullerseewerk: Fahrleitungsölschalter für 250000 kVA Abschalteleistung.

Das Spullerseewerk läuft derzeit in der Hauptsache nur als Spitzendeckungswerk, welches auch Phase schiebt, also auch bei geschlossenen Turbinendüsen infolge Übererregung der Generatoren soweit als möglich die Blindleistung deckt und dadurch eine tunlichst volle Ausnützung der Ruetzwerkmaschinen gestattet.

Das Unterwerk Danöfen enthält zwei (später vier) Umspanner für 2400 kVA Dauerleistung, anschliefsend überlastbar auf 6000 oder 9600 kVA durch zehn bzw. eine Minute, für eine Übersetzung von 55 auf 16,5 kV. Diese Kernumspanner mit aufsenliegender Ölkühlung speisen die 16,5 kV Schienen in Hufeisenanordnung des einen Pols und diese wieder dr Betriebszweige, von denen einer den eigenen Bahnhof Danöfe die anderen die Strecken nach Westen und Osten, über Tren messer gegabelt für die Fahr- und die Verstärkungsleitun speisen. Aufserdem ist zum Aufsuchen eines Isolationsfehle bei Kurzschlüssen ein besonderer Prüfölschalter mit eine Prüfwiderstand von 2000 Ohm vorhanden, dem man über b sondere Prüfschienen an eine gestörte Leitung anschliefsen kan

In Textabb. 15 sind die drei druckfesten Fahrleitungsö schalter, die von besonders kräftiger Bauart sind, ersichtlic Sie sind für Augenblickslösung bei Kurzschlüssen und für ei Ausschaltleistung von 250000 kVA für einen Pol gebaut u haben sechs Unterbrechungen.

Das für die Umspanner und die Lagerkühlung erforde liche Wasser wird dem Unterwassergraben entnommen, mitte zweier Pumpen in zwei im Dachraum des Querflügels befin liche Hochbehälter von je 39 m³ gedrückt und fliefst von hi den Verbrauchstellen zu.

Gesondert vom Krafthaus und mit diesem und dem Scha haus nur durch breitspurige Transportgleise verbunden, wur am Bergfufs ein Werkstättengebäude errichtet, das im Er geschofs eine mechanische Werkstätte, eine Schmiede und ei von einem Zweimotorenlaufkran für 30 t bestrichene Montag halle, im ersten Stock Lagerräume und eine Kanzlei für d Leitungsmeister enthält.

Das von den Turbinen verarbeitete Betriebswasser wi durch 1,5 m breite Stichkanäle, von denen jeder mit eine Mefsüberfall versehen ist, in den rund 320 m langen und 2,5 breiten Unterwassergraben geleitet, der in der Anfangsstrec überwölbt und nach Unterfahrung der Arlbergstrafse offen u stufenförmig bis zur Mündung in den Spreubach geführt i

Der Unterbringung des Werkpersonals dient eine aus sec Wohnhäusern bestehende Siedlungsanlage.

Das Jahresarbeitsvermögen des Spullerseewerks beträ rund 25 Millionen kWh; vermöge seiner Maschinenausrüstu können beim gegenwärtigen Ausbau Spitzenleistungen bis 24000 PS, bei Vollausbau bis zu 48000 PS gedeckt werde

Die im Zuge befindliche Einführung des elektrischen B triebs auf den Bahnstrecken östlich von Innsbruck bis Salzbu machen es erforderlich, neue Kraftquellen zu erschliefsen. F diesen Zweck sind derzeit zwei weitere bahneigene Wasse kraftwerke, das Stubachwerk und das Mallnitzwerk, im Au bau begriffen.

Das **Stubachwerk** nützt die rund 520 m hohe obers Gefällstufe der Stubache zwischen dem Tauernmoosboden u dem Enzingerboden aus (Abb. 5 und 7, Taf. 47). Der Ausb der beiden anschliefsenden Gefällstufen von 480 bzw. 180 bleibt einem späteren Zeitpunkte vorbehalten.

Die Stubach ist einer der südlichen Zubringer der Salzac die die gletscherreichen Nordberge des Grofsglocknergebie entwässern. Ihr oberster Lauf setzt sich aus dem Weifse bach und dem Tauernmoosbach zusammen. Der Weifse bach nimmt die Abflüsse der Granatspitzengruppe auf, bild vorerst den 2200 m ü. d. M. liegenden Weifssee, durchflie den 500 m tieferliegenden Grünsee (Textabb. 16) und stür sodann in einer steilen Stufe zu dem auf der Meereshöhe v 1473 m liegenden Enzingerboden ab, wo er sich mit de Tauernmoosbach vereinigt.

Diese letztgenannte, rund 240 m hohe Gefällstufe wi vorderhand durch ein Hilfskraftwerk, das den für den B des Stubachwerkes erforderlichen elektrischen Strom erzeu und später zur Ernergiebelieferung der Eigenbedarfsanlage d Stubachwerkes ausgenützt. Das Hilfskraftwerk besitzt e 750 PS-Peltonrad für 240 m Gefälle und 750 Umdr./Mi und einen Drehstromgenerator für 775 kVA, 5000 bis 5500 und 50 Perioden.

Der Tauernmoosbach bildet sich aus den Gletscherabflüssen Hocheisers, des Hohen Riffls und des Eiskögele, und durchfst vor seinem Absturz zum Enzingerboden den 2000 m ü. d. M. genden Tauernmoosboden, ein Hochmoor von 180 Hektar Ausnung. Durch Errichtung einer 25 m hohen Sperre wird der auernmoosboden (Textabb. 17) in einen Wasserspeicher von Millionen m^3 Inhalt verwandelt. Die Sperre wird auf einer sbarre als Schwergewichtsmauer aus Beton mit derseitiger Bruchsteinverkleidung errichtet (Abb. 5, . 47). Im Vergleich zur Sperre des Spullerwerkes wird sie etwas schlanker und zwar mit em Gesamtverhältnis der Breite zur Höhe von 5 ausgeführt. Ihre gröfste Breite beträgt 19 m, e Kronenlänge 200 m und ihr Rauminhalt rund 000 m^3. Am tiefsten Punkte der Sperrmauer d ein Grundablafs von 2,0 m l. W. eingebaut; gegen wird der Hochwasserüberfall aufserhalb Mauer angeordnet.

Die Entnahme des Betriebswassers erfolgt am abhange des Sprengkogel durch ein trichterniges, mit einem Rechen ausgestaltetes Einlaufrk, durch das das Wasser in einen rund 22 m gen, ungefähr 25 % geneigten, kreisrunden Druckllen von 2,20 m lichter Weite gelangt. Am de dieses Druckstollens wird eine, zur Aufnahme Absperrorgane dienende Kammer angeordnet, sich nach oben in einen rund 30 m hohen und 0 m weiten kreisförmigen, mit eisernen Podesten l Leitern ausgerüsteten Vertikalschacht bis ober lände fortsetzt.

Von den Absperrorganen an erfolgt die Wasserrung (max. 8 m^3 Sek.) durch eine, in einem rägstollen von rund 1700 m Länge und 15 bis % Neigung frei verlegte eiserne Rohrleitung, ren Durchmesser von 1800 bis auf 1200 mm gestuft ist (Abb. 5, Taf. 47). Das obere Drittel genietet, das untere Stück wassergasgeschweifst; e Rohrverbindungen sind durch Nietmuffen hergestellt. Jeder von den drei Abschnitten hat am eren Ende eine Stopfbüchse. Die gröfste Wandrke beträgt 46 mm, das Gesamtgewicht 2300 t. ben der Rohrleitung wird in dem 2,9 m breiten llen von hufeisenförmigem Querschnitt eine Stiege gebaut, auf der man vom Enzingerboden zu den sperrorganen und von hier durch den vorgenannten Vertikalschacht auf den Tauernmoosboden langt.

Durch die beschriebene Ausführung eines hrägstollens ohne Zwischenschaltung einer flachneigten Rohrstrecke wird ein Wasserschlofs erart, da dessen Aufgabe in diesem Falle vom asserspeicher selbst übernommen wird.

Das vom Schrägstollen durchörterte Gebirge steht der Hauptsache nach aus Flasergneis mit geschobenen Serizitschichten und ist trocken. ese günstigen Gebirgsverhältnisse ermöglichen es, n Stollen zum Grofsteil unverkleidet zu belassen.

Abb. 16. Stubachwerk Ansicht des Grünsees mit Wehr.

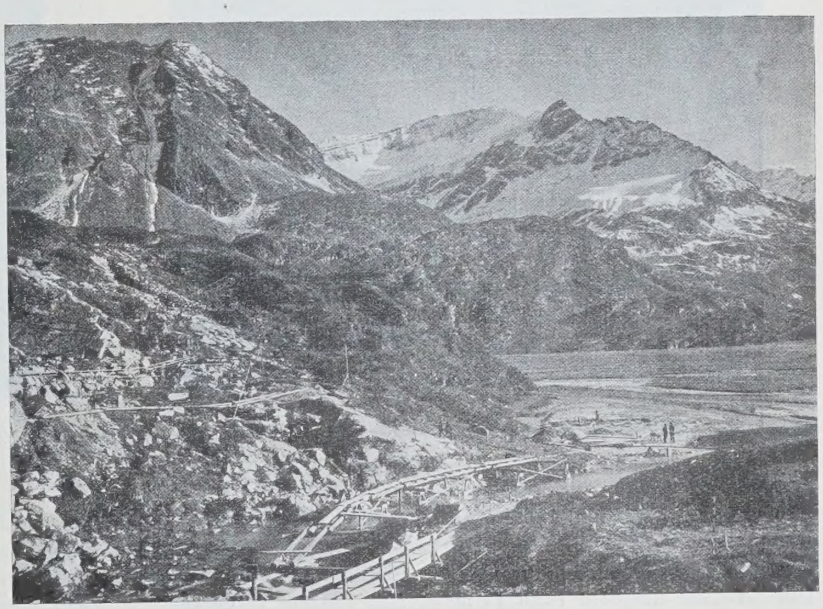


Abb. 17. Stubachwerk: Tauernmoosboden mit Baustelle für die Sperrmauer. Im Hintergrund die Hohe Riffl

In dem am Enzingerboden am Fufs des Sprengkogels (extabb. 18) in Ausführung begriffenen Krafthaus werden vorufig vier (später sechs) Maschinensätze für je 8000 PS von nlicher Beschaffenheit wie jene des Spullerseewerkes, jedoch r rund 520 m Gefälle und für 500 Umdr./Min. aufgestellt erden. Die Anordnung des Schalthauses wird jedoch von ner des Spullerseewerkes gänzlich abweichen und einen Fortschritt in der Raum- und Kostenersparnis bedeuten. Die Umanner werden im Freien aufgestellt, was auch bei dieser eereshöhe von fast 1500 m ohne weiters zulässig ist, während die Vorrichtungen für ihre künstliche Kühlung in ihren vom Schalthaus zugänglichen Betonfundamenten untergebracht werden; die ganze übrige Schaltanlage wird in einer offenen Schalthalle ohne Unterteilungswände oder Zellen vereinigt werden. Für die Ölschalter, die infolge des Parallellaufes mit vier anderen Kraftwerken gewaltige Kurzschlufsleistungen abzuschalten haben werden, ist die in Deutschland für mehrere Anlagen (Berlin, Hamburg, Frankfurt a. M., Jena usw.) angewendete Aufhängung in nach aufsen ständig offenen geräumigen Zellen gewählt worden. Die Schalter hängen hierbei an ihren auf Eisenbetondecken aufgesetzten Deckeln. Diese Anordnung bietet die weitestgehende Sicherheit selbst für den Fall, dafs ein Schalter infolge Stehenbleibens in einer Mittelstellung durch die dann unvermeidliche Gasentwicklung zerknallen würde.

Die Einphasengeneratoren sind für 4000 kVA Dauerleistung bei $\cos \varphi = 1$ bis 0,7 und daran anschliefsend 5500

oder 7500 kVA durch 30 bzw. 6 Minuten bei cos $\varphi = 1$ bis 0,8 bemessen. Die Umspanner haben die gleichen Leistungen und eine Dauerleistung im gewöhnlichen Sinn von 5000 kVA.

Für die Zugänglichmachung der Baustellen und insbesonders für die Beförderung der schweren Maschinen zum Krafthause war es erforderlich, die bestehende Straſse von Uttendorf bis in die Schneiderau entsprechend umzubauen und von hier bis auf den Enzingerboden als Privatstraſse der Österreichischen Bundesbahnen fortzusetzen. Diese insgesamt 17,2 km lange, durch das wildromantische Stubachtal führende Straſse ist für den Kraftwagenverkehr ausgestaltet, überwindet einen Höhenunterschied von nahezu 700 m und besitzt Steigungen bis 11 %.

Das **Mallnitzwerk** nützt die zwischen Lassach und Obervellach liegende, 320 m hohe Gefällstufe der aus den Hohen Tauern und zwar aus einem Niederschlagsgebiete von 112 km² kommenden und im Mallnitzbach abflieſsenden Gewässer aus

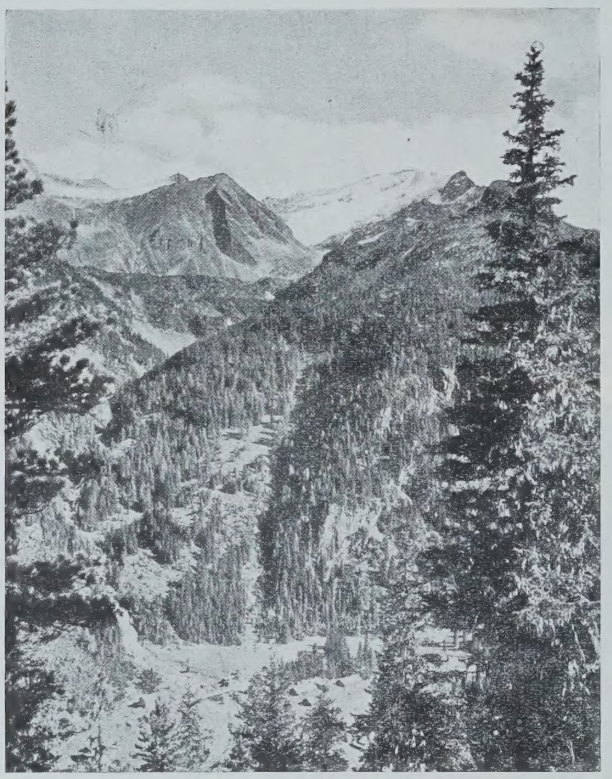


Abb. 18. Stubachwerk: Enzingerboden (rechts im Vordergrund der Sprengkogel).

(Abb. 4 und 8, Taf. 47). Zum Zwecke der Wasserfassung wurde in den Mallnitzbach ein festes, 14 m langes Wehr (Textabb. 19) mit einem seitlichen 4 m breiten Grundablaſs eingebaut. Nach Durchflieſsen des dem rund 17 m breiten Einlauf vorgelagerten Rechens gelangt das Betriebswasser durch vier, mit Schützen verschlieſsbare Öffnungen in eine nach dem Patente des Schweizer Ingenieurs Büchi errichtete Entsandungsanlage. Diese besteht aus vier nebeneinander liegenden Kammern, die entsprechend dem Bedarf in Betrieb genommen werden können. In diesen Kammern befinden sich die Sondereinrichtungen Büchis, welche aus Rechenanlagen und einer nahezu in Wasserspiegelhöhe liegenden Jalousie, der Abzugvorrichtung, bestehen. Das durch die letztere durchgedrückte und entsandete Wasser fällt über ein Übereich in ein Sammelgerinne, das auſserhalb der Entsandungsanlage in den gedeckten Oberwasserkanal übergeht. Der infolge Verringerung der Wassergeschwindigkeit in den Kammern niedergeschlagene Sand wird durch Spülauslässe in einen gemeinsamen Sandablaſskanal geführt, der unterhalb d Wehranlage in das Mallnitzbett mündet.

Von der Entsandungsanlage führt ein 95 m langes, übe decktes Betongerinne in den rund 2,6 km langen Freispiege stollen von fast kreisförmigem Querschnitt und 0,9 ‰ Gefäl (Abb. 4, Taf. 47). Bei einer Wassertiefe von 1,80 m verma der Stollen rund 5 m³/Sek. Wasser abzuführen.

Der Stollen durchörtert in der Anfangsstrecke Hangschu und Grundmoräne aus lehmig-sandigem Material mit eingebettete Blöcken, sodann Glimmerschiefer mit reichen, quarzitischen un kalkigen Einlagerungen. Der Stollenausgang liegt in dunkler graphitischem Urtonschiefer, der von zahlreichen Quarzit- un Kalzitadern durchzogen ist. Infolge der stark wechselnde Beschaffenheit und Lagerung des streckenweise sehr wasse führenden Gebirges ist die Ausmauerung des Stollens von ve schiedener Stärke.

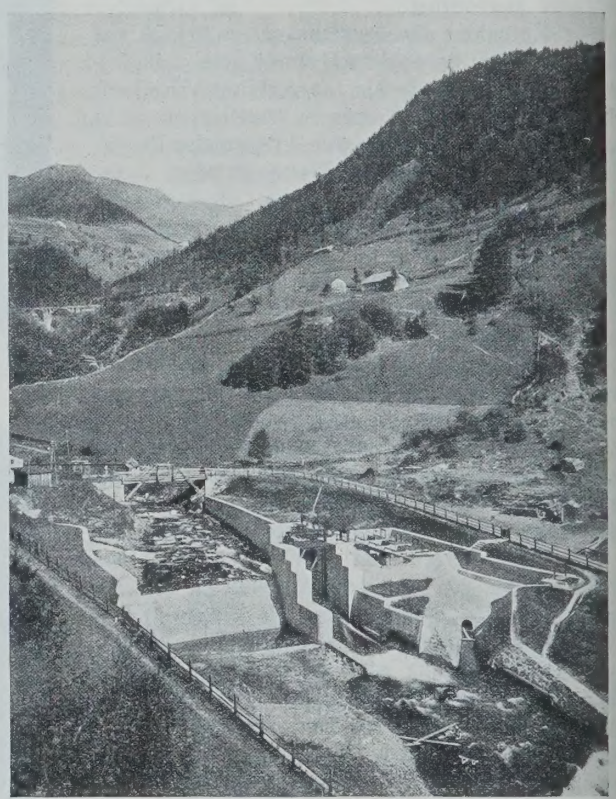


Abb. 19. Mallnitzwerk: Wehr (rechts Entsandungsanlage, Patent Büchi). Im Hintergrund der Dössenviadukt der Tauernbahn.

Der Stollen mündet in ein rund 60 m unterhalb der Tauer bahn liegendes Wasserschloſs von 3800 m³ nutzbarem Inhal Das hier während der Bauausführung auftretende oberflächlich Abbrechen der bergwärts einfallenden Kalkphyllit- und Quarzi schichten, das auch Anlaſs zu Absitzungen des darüberliege den Hangschuttes gab, erforderte kräftige Einbauten und auc ein nachträgliches Einziehen von Eisenbetonstreben in de Wasserschloſsbehälter.

Das Wasserschloſs besteht aus der Ein- und Auslaufkamm von 16 m Länge und 8 m Breite und einem 43 m langen vol kommen in Eisenbeton ausgeführten, in der Schichtenlinie d Berglehne verlaufenden Schlauche mit dreieckigem Querschnit Beide Beckenteile sind durch Schützenanlagen gegeneinand absperrbar. An der Bergseite der Kammer mündet der Stolle ein; in der Sohle der Kammer befinden sich zwei, durch Kor rechen geschützte Einlauftrompeten zu den Druckrohren. D Entlastung des Wasserschlosses erfolgt durch einen vierstufige

erüberfall. Das durch diesen Überfall und das durch den ebauten Grundablafs abfliefsende Wasser wird durch ein einsames Rohr von 1,25 m Durchmesser dem Leerlaufnne zugeführt.

Das Mallnitzwerk erhält zunächst eine (später zwei) Rohrng von 720 m Länge bei 35 at Betriebsdruck und Durchsern von 1200/1150/1100 mm. Sie ist im oberen Teil etet, im unteren wassergasgeschweifst und hat überall Nietenverbindungen. Jeder von den fünf freiliegenden Abschnitten oben eine Stopfbüchse. Die Wandstärke beträgt zwischen und 25 mm.

Parallel zur Druckrohrleitung wird ein betoniertes Leergerinne ähnlich dem des Ruetzwerkes ausgeführt. Im Hinx auf die in neuerer Zeit gesammelten Erfahrungen über Wasserabflufs in solchen Steilgerinnen wird beim Mallnitzx von einer Verkleidung des Betongerinnes mit Holzbohlen sehen. Die Energie des im Leerlaufgerinne abfliefsenden sers wird im Tale in einem, in Stein gemauerten Tosbecken ichtet, dessen Form und Ausmafse nach eigens hierzu in nerem Mafsstab ausgeführten Versuchen festgelegt wurden. diesem Tosbecken wird das Wasser in den Unterwasseren abgeleitet.

Im Krafthaus werden zunächst zwei (später vier) Hauptchinensätze zu 5000 PS Dauerleistung aufgestellt. Die Einsengeneratoren sind für eine Dauerleistung von 4800 kVA $\cos \varphi = 1$ bis 0,65, 6000 V und 500 Umdr./Min. gebaut, Umspanner für eine Dauerleistung von 5300 kVA. Für Eigenbedarf wird ein kleiner Turbinensatz und ein Umer, beide für Gleichstrom von 220 V aufgestellt. Die ltanlage wird grundsätzlich die gleiche Anordnung wie n Stubachwerk haben.

Der über 600 m lange betonierte Unterwassergraben wird einem durchschnittlichen Gefälle von $2^0/_{00}$ bis zur Eindung in die Möll geführt.

Die Wasserführung des Mallnitzbaches schwankt sehr stark der Jahreszeit und kann im Winter bis 0,6 m^3 Sek. herab en. Die Jahresmittelleistung des Werkes beträgt bei Vollau rund 8600 PS, die Jahresarbeit 50 Millionen kWh. äufig wird das Werk Spitzenleistungen bis 10000 PS und erfolgtem Ausbau bis 20000 Ps übernehmen können.

Im Verein mit dem der Tiroler Wasserkraftwerke A.-G. renden **Achenseewerk**, das auf Grund eines abgeschlossenen rags einen Teil der Energie für Bahnbetriebszwecke decken , und dem vorbeschriebenen Stubachwerk bildet das Mallnitzeine Kraftwerkgruppe, durch die in einem ungünstigsten e eine Leistung von rund 10000 kW entsprechend einer esarbeit von rund 90 Millionen kWh erzielt werden kann. n Zusammenwirken der drei Kraftwerke wird dem Mallnitzdem Achenseewerk die Deckung der Grundbelastung und Stubachwerk ein insbesondere in den Wintermonaten zu ender, bis 34 Millionen kWh betragender Anteil an der esarbeit zukommen.

II. Unterwerke.

Aufser dem baulich und betrieblich mit dem Spullerseewerk ittelbar vereinten, im vorhergehenden beschriebenen Unterze Danöfen sind für die Elektrisierung der Linie Salzburg—s mit den Abzweigungen Wörgl—Kufstein, Innsbruck—ner und Feldkirch—Buchs noch elf, also im ganzen zwölf rwerke für die Herabsetzung der Spannung von 50 bis 55 15 bis 16,5 kV errichtet worden oder im Bau.

Gebäudeunterwerke Zirl, Roppen, Flirsch und Danöfen.

Die genannten vier für die Speisung der eigentlichen ergstrecke dienenden Unterwerke sind als Gebäudeerwerke zu einer Zeit errichtet worden, wo die Frage der vollkommenen Betriebsicherheit von Freiluftunterwerken ebirgsgegenden noch strittig war. In den Unterwerken Zirl, Roppen und Flirsch sind die Umspanner in einem eingeschossigen Vorbau des Unterwerkes in einzelnen, nur von aufsen zugänglichen Zellen untergebracht. In diesem Vorbau zwischen den Zellen sind auch die von innen zugänglichen zu den Umspannern gehörigen Ölrückkühlanlagen und ferner eine Schmutzölgrube mit darüber befindlicher Ölfilteranlage eingebaut. Im Erdgeschofs des zweigeschossigen Schalthausflügels sind beiderseits eines Bedienungsganges die Ölschalter in Zellen so aufgestellt, dafs sich auf der einen Seite die Umspannerschalter, auf der andern die Kupplungs- und Fahrleitungsschalter befinden. Im Erdgeschofs sind weiter noch der Befehlsraum mit dem Schaltpult, eine Umformer- und eine Niederspannungsschalttafel untergebracht, ferner der Batterie- und ein Lagerraum. Im ersten Stock sind in neben- und hintereinander liegenden Zellen die Sammelschienen, Trennschalter, Schutzdrosseln und Mefswandler für 50 und 15 kV untergebracht; ein besonderer Raum enthält den Überspannungsschutz.

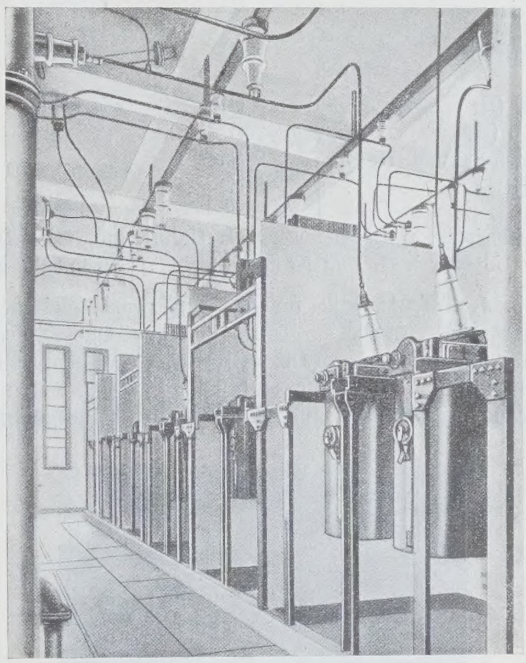


Abb. 20. Unterwerk Zirl: Ölschalterreihe (55 und 16,5 kV).

Die Leitungsausführungen befinden sich im 1. Stock an den Schmalseiten des Schalthausgebäudes (55 kV), sowie in einem Turmaufbau (16,5 kV).

In einem senkrecht zum Schalthaus hergestellten eingeschossigen Gebäudeteil ist die von einem Laufkran bestrichene Werkstätte so angeordnet, dafs das bei den Eingängen zu den Umspannerzellen vorbeiführende normalspurige, in die Gleise der Bahnstation eingebundene Gleis sich bis in die Werkstätte fortsetzt, wodurch es ermöglicht ist, ein- oder auszubauende Umspanner auf dem Fahrzeug bis unmittelbar unter den Laufkran zu bringen. Die Werkstätte enthält nebst ihrer normalen Einrichtung auch eine 3 m tiefe Umspannergrube.

Die grundsätzliche Schaltung jedes Unterwerkes ist aus der für das Unterwerk Danöfen in der Abb. 4, Taf. 48 gegebenen Schaltung zu ersehen, mit dem Zusatz, dafs bei den Gebäudeunterwerken die Übertragungsleitung über Trennmesser durchgeschaltet ist.

Was die Leistungsfähigkeit der Unterwerke betrifft, so gibt die nachstehende Zusammenstellung Stückzahl und Leistung der vorhandenen wie auch der später aufzustellenden Umspanner an; die Unterwerke sind dabei in der Reihenfolge von Westen nach Osten angeführt.

Zusammenstellung der Unterwerke.

Unterwerk	Stück Umspanner jetzt (später)	Leistungen eines Umspanners in kVA		Lieferer	
		dauernd	unmittelbar daran anschliefsend	Umspanner	Schaltanlage
Feldkirch (H)	3 (3)	1900	4750 durch 10 Min. oder 7600 „ 1 „	OESSW	OESSW
Danöfen (G)	2 (4)	2400	6000 „ 10 „ 9600 „ 1 „	Elin	„
Flirsch (G)	3 (3)	wie oben	wie oben	„	Elin
Roppen (G)	2 (3)	1900	4750 durch 10 Min. oder 7600 „ 1 „	„	„
Zirl (G)	3 (3)	wie oben	wie oben	„	„
Matrei (H)	3 (4)	2100	5250 durch 10 Min. oder 8400 „ 1 „	OESSW	Sprecher, Schu
Hall (H)	3 (4)	1900	4750 „ 10 „ 7600 „ 1 „	„	OESSW
Wörgl (H)	3 (4)	2100	5250 „ 10 „ 8400 „ 1 „	„	Sprecher, Schu
Kitzbühel (H)	3 (4)	wie oben	wie oben	Elin	„ „
Saalfelden (H)	2 (4)	„ „	„ „	„	„ „
Schwarzach-St. Veit (H)	3 (4)	„ „	„ „	„	„ „
Golling (H)	3 (4)	„ „	„ „	„	„ „

Es bedeutet G Gebäudewerk, H Halbfreiluftwerk. Die Unterwerke Matrei, Kitzbühel, Saalfelden und Schwarzach-St. Veit sind Bau, das Unterwerk Golling ist noch nicht vergeben, alle anderen Unterwerke sind im Betrieb.

Abb. 1, Taf. 48 gibt für das Unterwerk Zirl dem Erdgeschofsgrundrifs, Abb. 2, Taf. 48 einen Querschnitt. Die Hochspannungsleitungen im Ölschalterraum sind gemischt gelegt, abwechselnd für 55 und für 16,5 kV. Das Unterwerk Zirl im besonderen speist aufser der zugehörigen Arlbergbahnstrecke

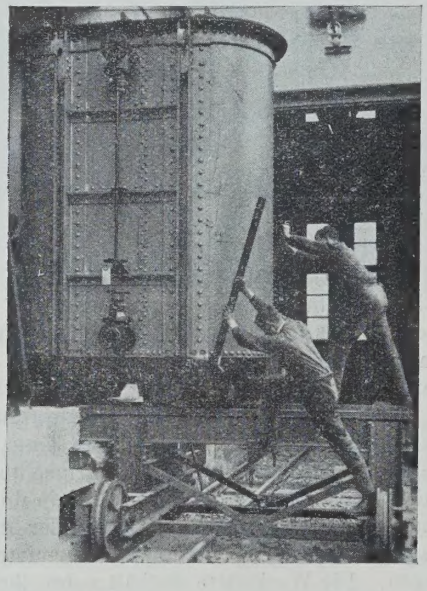


Abb. 21. Einbringen eines Umspanners vom Rollwagen in die Zelle.

auch noch über eine querfeldein geführte $1^1/_2$ km lange 16,5 kV-Leitung die von Innsbruck ausgehende Teilstrecke der Mittenwaldbahn. Es besteht die Absicht, deren 55 kV-Übertragungsleitung später überhaupt abzutragen. Textabb. 20 zeigt eine Ölschalterreihe. Die Ölschalter sind mit Steuerungen System Sprecher & Schuh ausgerüstet. Textabb. 21 zeigt das Einbringen eines Umspanners vom Rollwagen in die Zelle.

Bemerkenswert ist, dafs die Höchstleistung, die von jedem Unterwerk nach vollem Ausbau gefordert werden wird, nicht — wie früher üblich — auf Grund eines bestimmten Fa plans durch Ermittlung der Stromstärkenlinie und Bestimmu des quadratischen Mittelwertes, nebst einem entsprechend Zuschlag, vorausberechnet wurde; vielmehr wurde angenomm dafs im betreffenden Speisebereich infolge starker Verspätung oder einer Verkehrsstockung nachträglich eine so grofse A häufung von Zügen auftritt, als die Gleiszahl und die Zu

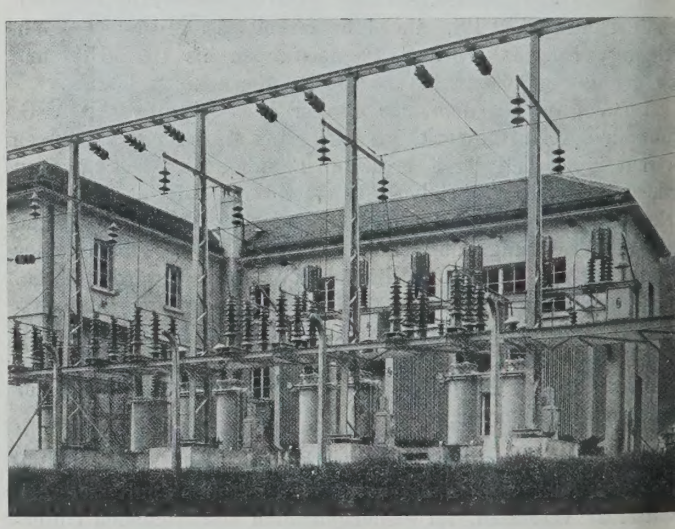


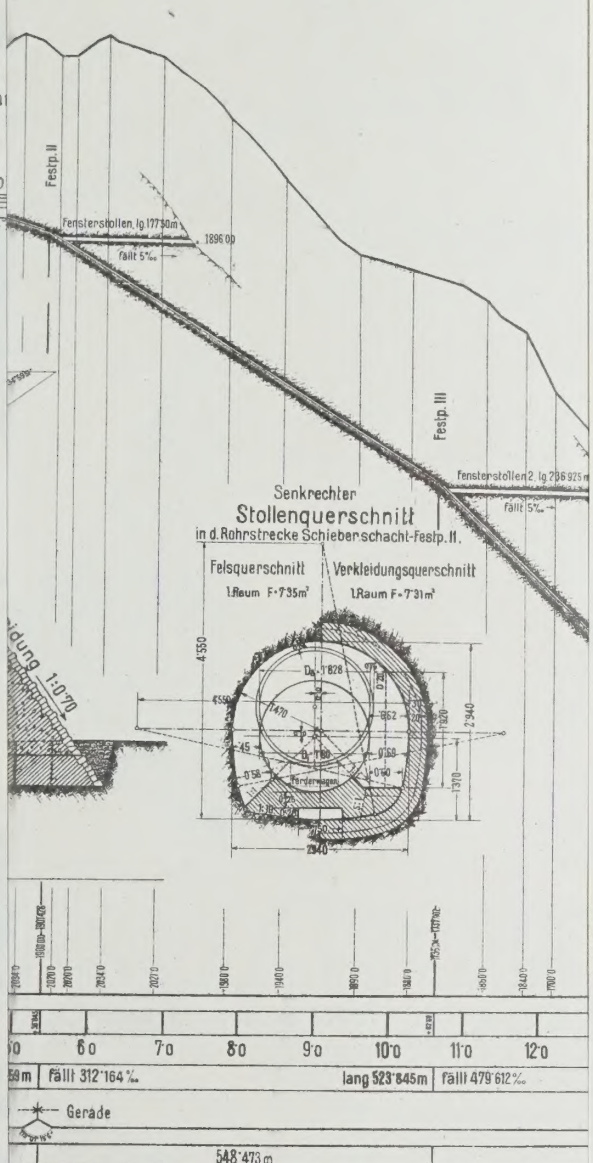
Abb. 22. Unterwerk Feldkirch: Ansicht des Freiluftteiles (55 k dahinter des Gebäudeteiles ($16^1/_2$ kV) und links der Werkstätte

sicherungseinrichtungen dies erlauben; aus dem so ermittelt Leistungs-Zeitdiagramm ist die Zahl der nach einem bestimmt Belastungsspiel bemessenen Umspanner abgeleitet worden.

Die Unterwerke sind auf der 15 kV-Seite nicht parale geschaltet, sondern speisen freitragende Fahr- und Verstärkung leitungsabschnitte. Die zugehörigen Ölschalter sind auf auge blickliche Lösung bei Überstrom (0,4 Sek.) eingestellt, u Gefährdungen in Schwachstromanlagen durch Kurzschlufsströ

und Unterwerke.

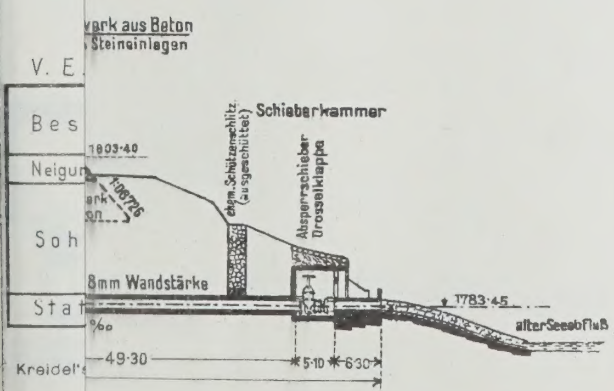
Abb. 5. Stubachwerk. Längenschnitt.



hnitt durch
n Grundablass.

Anlageverhältnisse der
nördl. Sperrmauer.

Größte Höhe rd. ..... 25,5 m
Kronenlänge ..... 186 m
Betonkubatur ..... 24.000 m³
Krümmung im Grundriß ..... 400 m
Profiltype wie südl. Sperrmauer
kein Grundablaß



Zum Aufsatz: Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Kraftwerke und Unterwerke.

Abb. 1. Spullerseewerk. Längenschnitt.

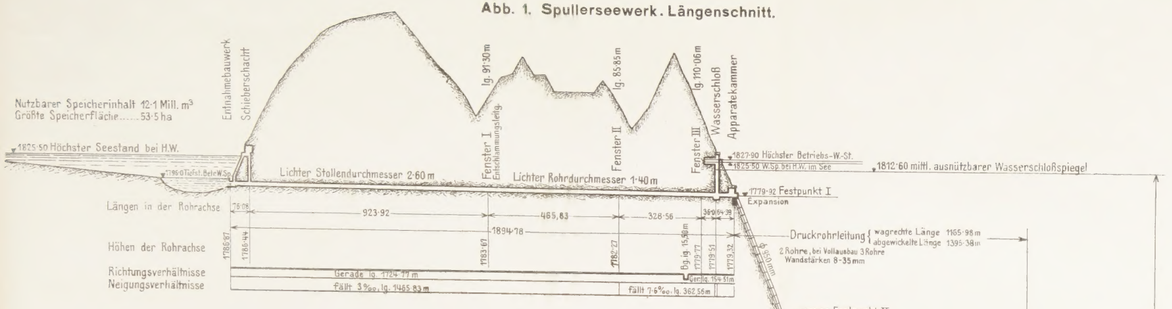


Abb. 4. Mallnitzwerk. Längenschnitt.

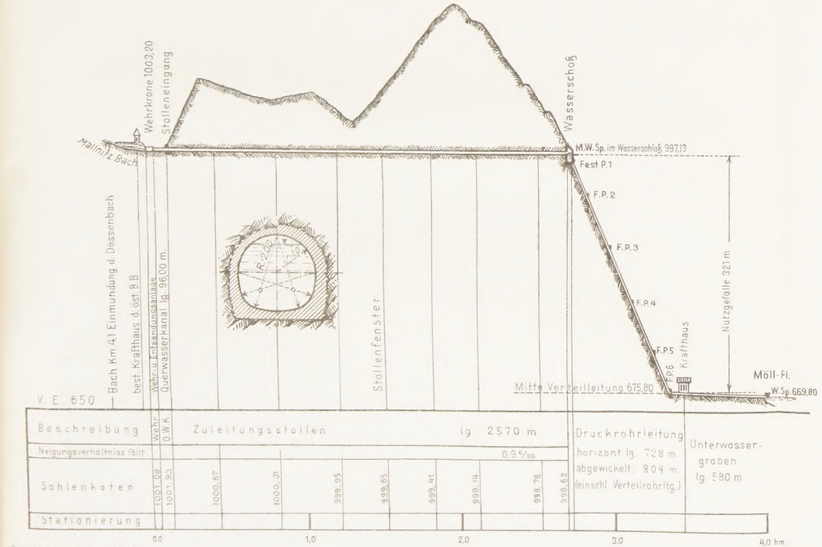


Abb. 2. Spullerseewerk. Querschnitt durch den Stollen.

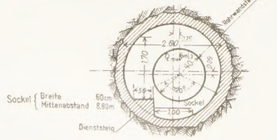


Abb. 5. Stubachwerk. Längenschnitt.

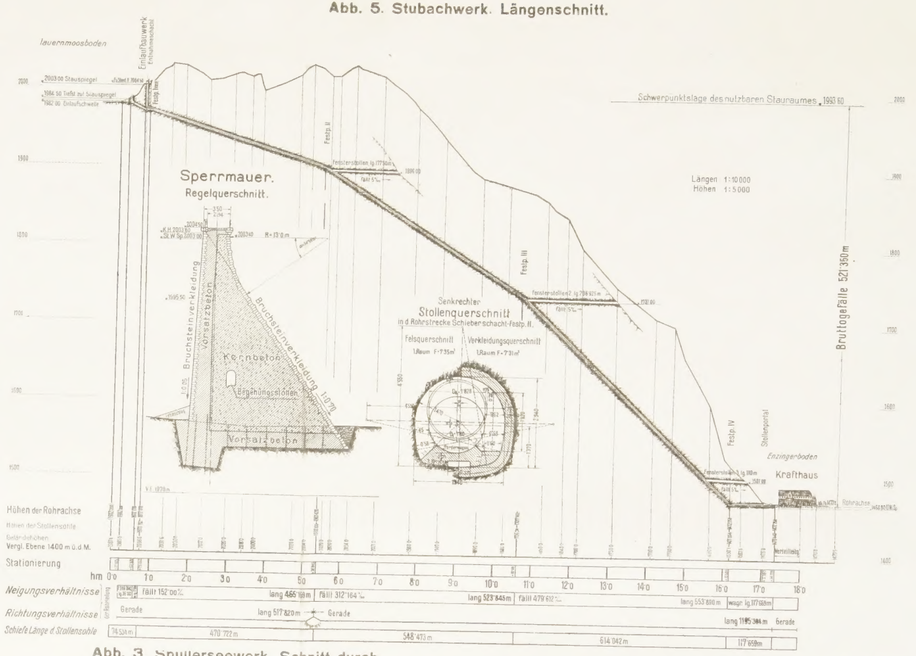


Abb. 3. Spullerseewerk. Schnitt durch die südl. Sperrmauer und den Grundablass.

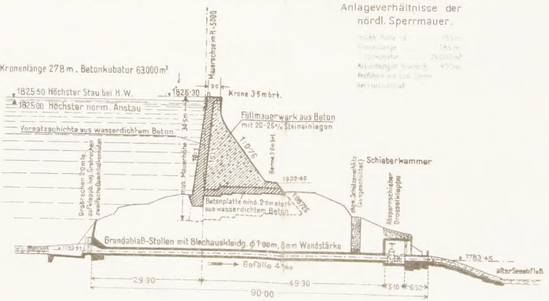


Abb. 6. Spullerseewerk. Lageplan.

Abb. 8. Mallnitzwerk. Lageplan.

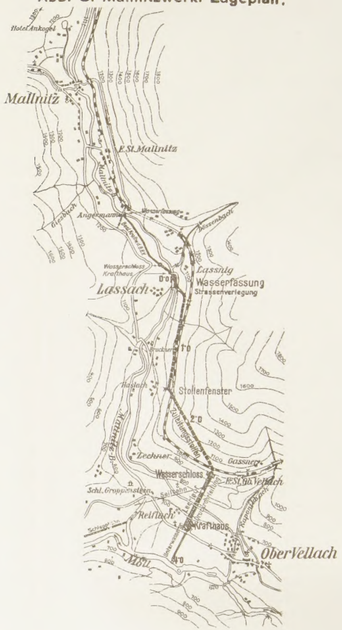
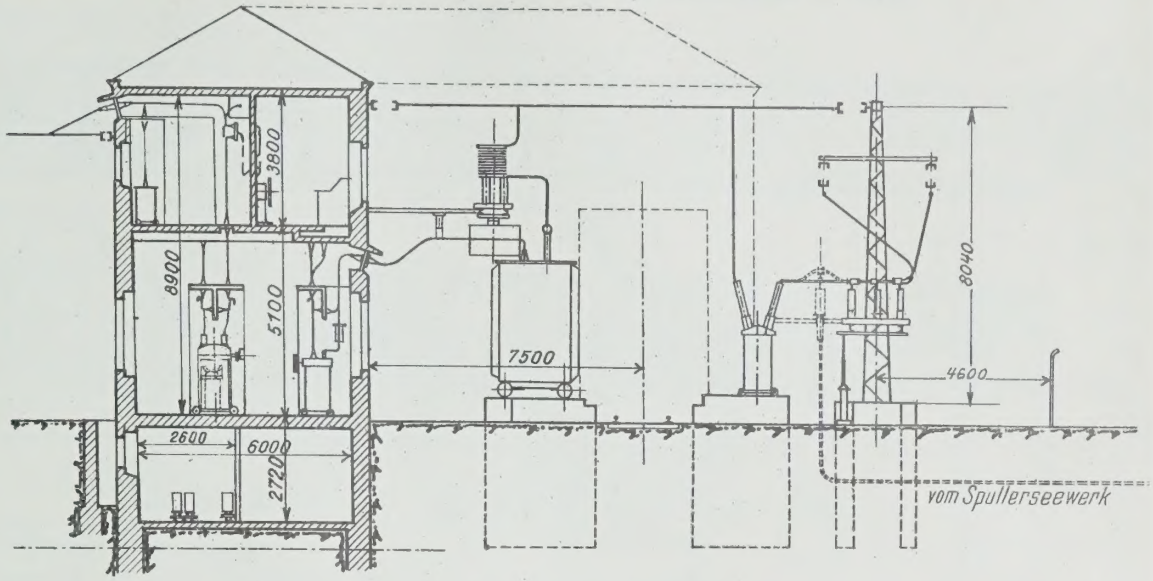
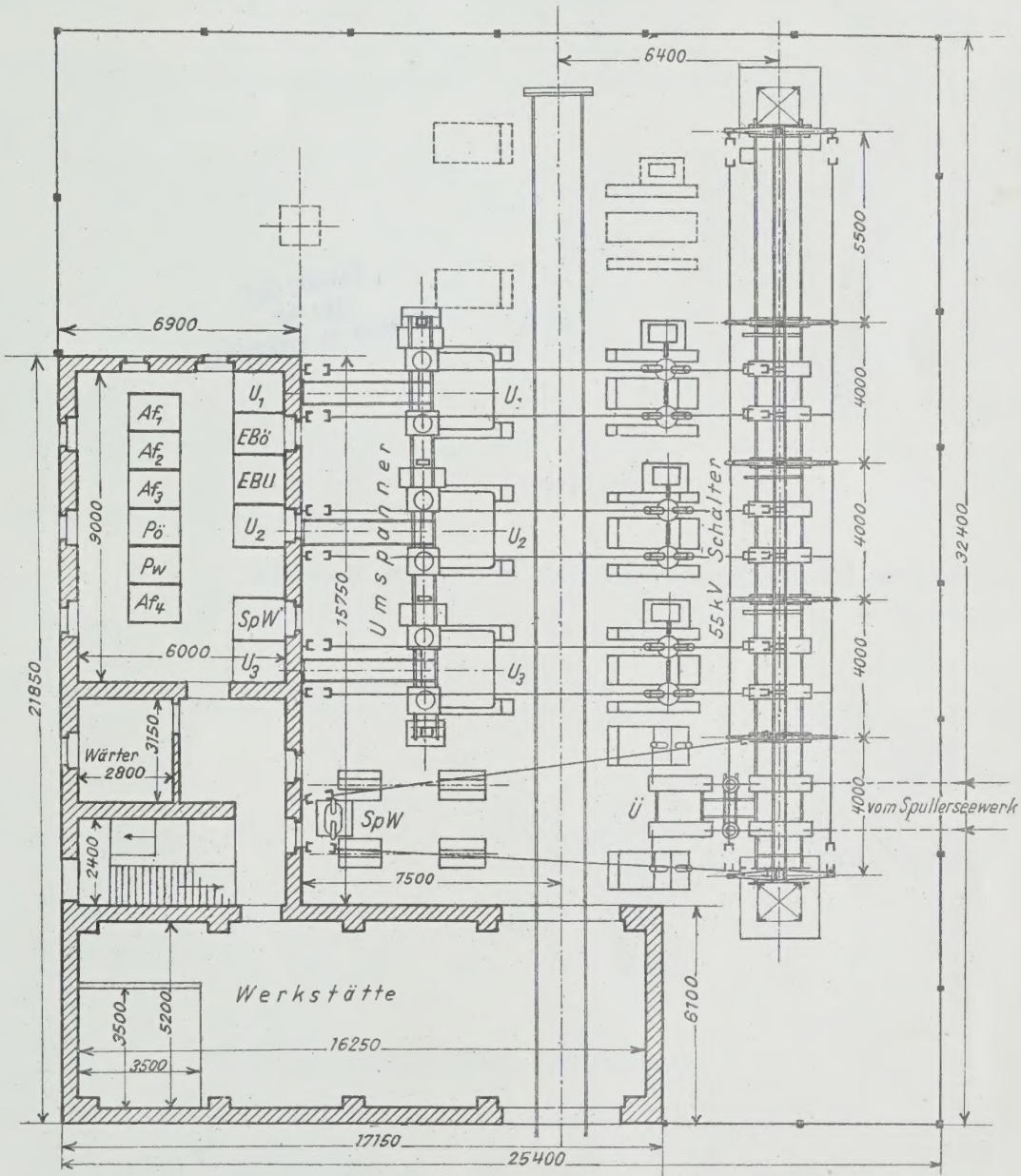


Abb. 7. Stubachwerk. Lageplan.

© W. Kreidel's Verlag, München.

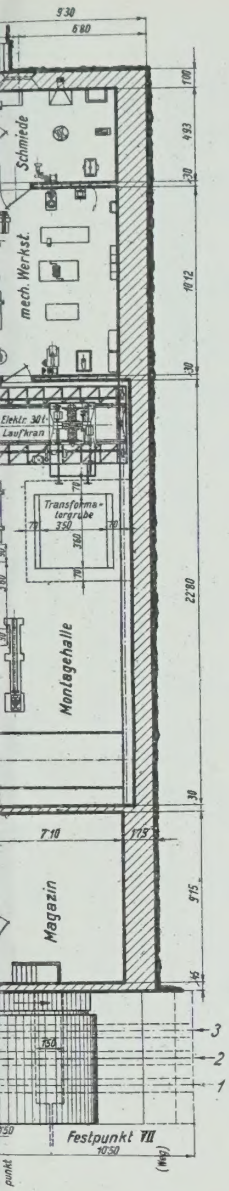
Abb. 6. Unterwerk Feldkirch. Grundriß und Schnitt.



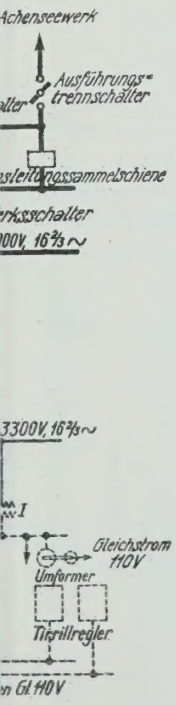


U_1-U_3 Umspanner
EBU Eigenbedarfsumspanner
EBö " " ölschalter
SpW Spannungswandler

Af Fahrleitungen
Pö Pw Prüfölschalter (widerstand)
Ü Überspannungsschutz



einfachtes ungskreise.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Zum Aufsatz : Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Kraftwerke und Unterwerke.

Abb. 1. Unterwerk Zirl. Erdgeschoß Grundriß.

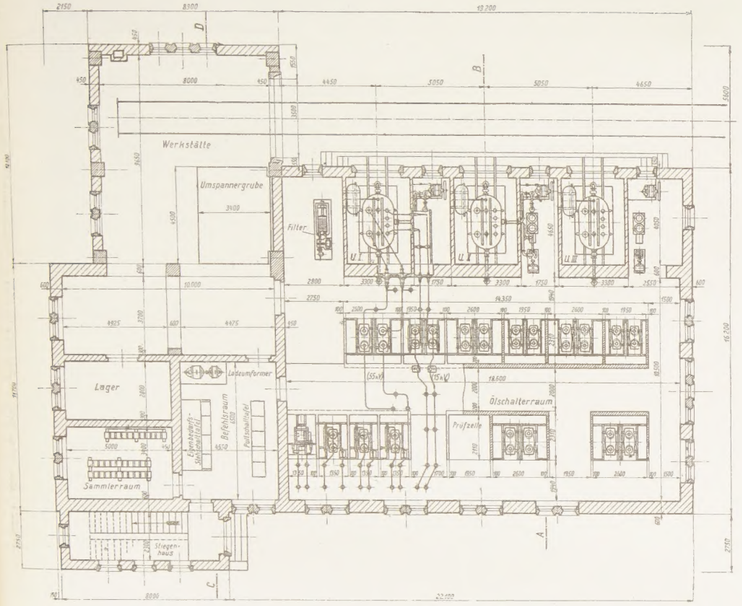


Abb. 2. Unterwerk Zirl. Querschnitt.

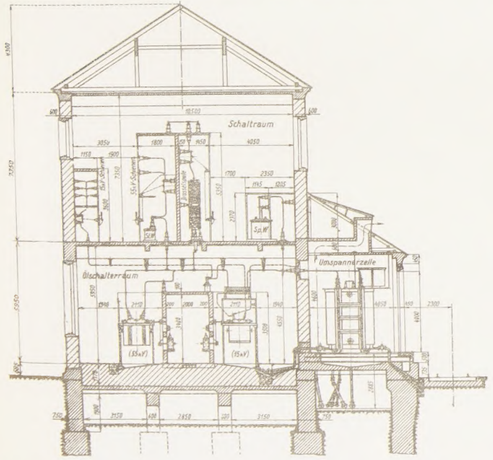
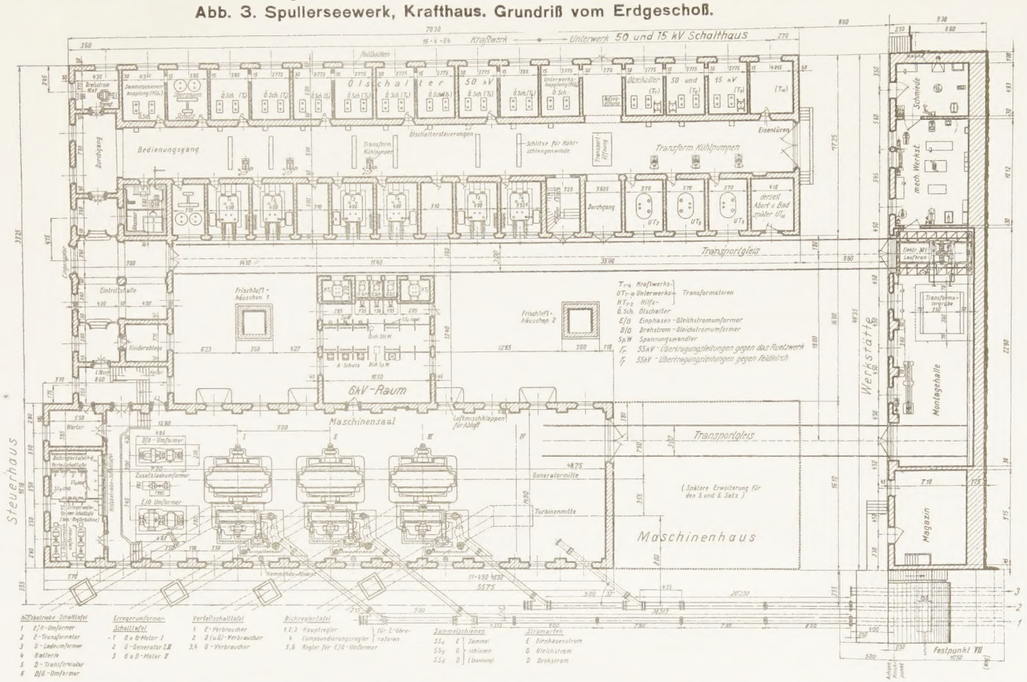


Abb. 3. Spullerseewerk, Krafthaus. Grundriß vom Erdgeschoß.


Kraftwerk
Unterwerk 50 und 15 kV Schalthaus
Ölschalter
Bedienungsgang
Transformatorenraum
Transformatorenraum
Transformatorenraum

ı vermeiden. Einige Unterwerke enthalten im Prüfstromkreis eistungsfaktorzeiger. Es hat sich nämlich ergeben, dafs mitter beim Fehlersuchen das Vorhandensein wattloser Magnesierungsströme der auf der Strecke befindlichen Lokomotiven en Eindruck eines Kurzschlusses vortäuschen kann: die gennten Instrumente erlauben die gewünschte Unterscheidung.

Jedes Unterwerk hat eine Speicherbatterie für 110 V ei den neueren Unterwerken ist wie bei den Kraftwerken ırchwegs 220 V angewendet) und ein Ladeumformer von 22 PS it Wechselstrommotor, endlich ein Eigenbedarfsumspanner, r auch die Heizung speist.

B. Halbfreiluftunterwerke Feldkirch, Matrei, Hall, Wörgl, Kitzbühel, Saalfelden, Schwarzach-St. Veit und Golling.

Die ursprünglich bestandenen Bedenken gegen die rwendung von Freiluftanlagen wurden, soweit wenigns die Meereshöhen im Bereiche der Bahnstrecken Betracht kommen, durch die vorzüglichen Erfahrungen Ausland, insbesondere bei den schweizerischen ndesbahnen, vollkommen zerstreut. Man entschlofs h daher auch in Österreich zu einer solchen Ausırung, die nicht allein billiger ist, sondern auch n Vorteil grofser Übersichtlichkeit und der Leichtigit von Zubauten oder Abänderungen in der Schaltlage bietet (der letztere Vorteil tritt ganz besonders Vergleich mit Gebäudewerken mit Eisenbetondecken d -wänden in Erscheinung). Die Österreichischen ndesbahnen haben zum erstenmal eine Halbfreiluftordnung gewählt, die dadurch gekennzeichnet ist, dafs ganze 55-kV-Anlage im Freien aufgestellt, hingegen 16,5 kV-Anlage in einem Gebäude untergebracht. Vergleichende Berechnungen, auch im Auslande, ben gezeigt, dafs unterhalb einer gewissen Spannung ı etwa 25 bis 30 kV die Anordnung im Freien gen der Eisengerüste teurer wird und mehr Platz ıucht als die Anordnung in einem Gebäude. Der die Unterbringung eines hochgelegenen Befehlsımes ohnehin nötige Anbau wurde daher entsprechend gröfsert, um die ganze Unterspannungsanlage aufıehmen.

Im 1. Stockwerke des sehr klein ausfallenden ıalthauses (siehe Abb. 6, Taf. 48) befindet sich der fehlsraum, ein Raum für die Fahrleitungsschalter ł deren Überspannungsschutzapparate, ferner ein um für einen Umformer und die Eigenbedarfsalttafel. Im Erdgeschofs sind in Zellen die kV-Ölschalter, der Eigenbedarfsumspanner samt ıalter und ein Kanzleiraum untergebracht. Der ller schliefslich enthält die Speicherbatterie mit lenschalter, die Reinöl- und Schmutzölbehälter l einen Lagerraum.

Die Übertragungsleitungen für 55 kV sind auf ı Eisengerüsten der Freiluftanlage abgespannt, 16,5 kV-Leitungen treten im 1. Stock aus dem ıalthaus. Eine zweiarmige Stiege führt vom ller bis in den 1. Stock.

Alle 55 kV-Ölschalter sind ferngesteuert, die ehörigen Trennmesser haben Rückmeldelampen den Ölschalter. Die Textabb. 22 zeigt vorne querlaufenden 55 kV-Sammelschienen, an welche ıs das $1^1/_2$ km lange vor Feldkirch beginnende oel angeschlossen ist, dahinter in der ersten he die Trennmesser auf Gerüsten und die Ölalter mit Durchführungsstromwandlern auf dem Boden, ganz ten in der zweiten Reihe die Umspanner. Textabb. 23 gt deutlich die beiden Reihen, zwischen denen ein Transports mit dem Rollwagen zu sehen ist. Textabb. 24 zeigt den Befehlsraum, in welchem alle mit dem Betrieb und dem Fehlersuchen zusammenhängenden Betätigungen und Beobachtungen vorgenommen werden können. Rechts ist das Schaltpult für die Umspanner, links sind die Steuerstände der mechanisch ferngesteuerten Ölschalter und darüber die Stromzeiger und Signallampen, im Hintergrund eine Tafel mit den Leitungsregistrierern und Zählern, ganz rechts eine Tafel für Ferntemperaturmessung und Gefahrfernmeldung für die Umspanner.

Die von einem 30 t-Laufkran mit elektrischem Hubwerk bestrichene Werstätte ist in ihrer Längsausdehnung senkrecht zur Schalthausachse gestellt, so dafs es möglich ist, auf dem durch die Werkstätte hindurch in die Freiluftanlage führenden, in die Stationsgleise eingebundenen Zufahrtsgleis Ölschalter und Umspanner unmittelbar in die Werkstätte zu führen. Zur Verminderung der Bauhöhe der Werkstätte ist eine Umspannergrube vorgesehen.

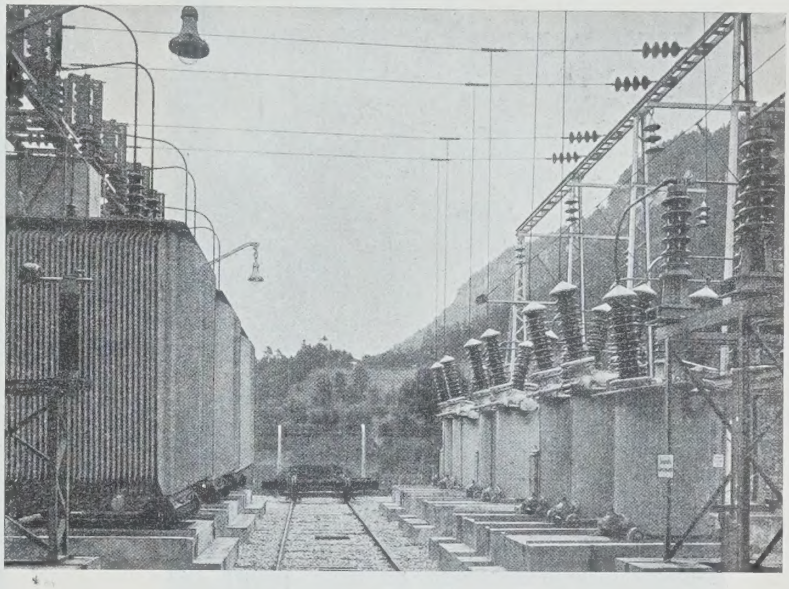


Abb. 23. Unterwerk Feldkirch: Trennmesser und Ölschalterreihe (rechts); Drosselspulen und Umspannerreihe (links).

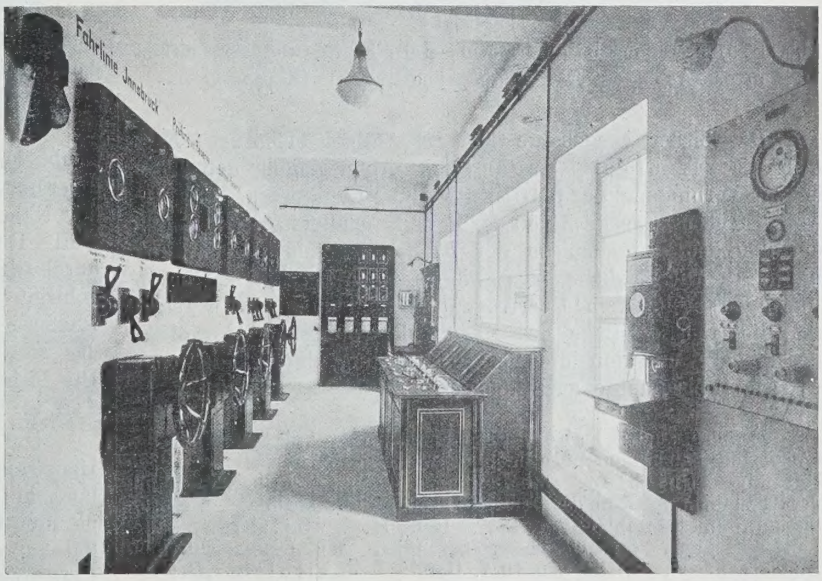


Abb. 24. Unterwerk Feldkirch: Befehlsraum.

Die Freiluftanlage ist mit einem $2^1/_2$ m hohen Drahtgitter und darüber mit drei Reifen Stacheldraht eingefriedet.

Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.

Leitungsanlagen*).

Von Ministerialrat Ing. **Luithlen**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen und techn. Stellvertreter des Elektrisierungsdirektors.

Die Hochspannungs-Leitungsanlagen dienen einerseits der Übertragung der elektrischen Arbeit von den Kraftwerken zu den Unterwerken (Übertragungsleitungen), andererseits der Zuführung der Energie von den Unterwerken zu den Lokomotiven (Fahrdrahtleitungen mit den zugehörigen Hilfsleitungen, wie Speiseleitungen, Umgehungs- und Verstärkungsleitungen). Demgemäfs führen die Übertragungsleitungen Einphasenwechselstrom von 55000 V, die Fahrdrahtleitungen und Hilfsleitungen solchen von 15000 V Spannung.

Abb. 1. Übertragungsleitung Wörgl—Hall; Einführung der Leitung in das Achenseewerk. (Knüppelisolatoren.) (Elin A.-G.)

Das bisher ausgebaute und im Ausbau befindliche Netz der Übertragungsleitungen (vergl. Abbildung auf Seite 473) ist zur Verbindung der fünf Kraftwerke Mallnitzwerk, Stubachwerk, Achenseewerk, Ruetzwerk und Spullerseewerk untereinander und mit den an der Bahn gelegenen Unterwerken bestimmt. Die Salzkammergutlinie (Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim) besitzt keine Übertragungsleitung, da es mit Rücksicht auf die günstige Lage des Kraftwerks (Steeg) in der Mitte der Strecke und auf die Verkehrsbelastung möglich ist, mit einem Speisepunkte auszukommen.

*) Siehe auch: Faber, „Die Fahrleitungs-Anlagen der elektrifizierten Salzkammergutbahn", Schweizerische Bauzeitung 1925, Heft 11. — Luithlen, „Die Leitungsanlagen der Arlberglinie und der Salzkammergutbahn der Österreichischen Bundesbahnen", Elektrotechnik und Maschinenbau 1925, Heft 19. — Luithlen, „Die Leitungsanlagen der elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen", El. Bahnen 1927, Heft 6. — Luithlen, „Betrieb und Erhaltung der Stromerzeugungs- und Leitungsanlagen der Österreichischen Bundesbahnen" E. T. Z. 1927, Heft 34. — Truxa, „Schaulinien zur raschen Ermittlung des Durchhanges und der Beanspruchung von Leitungsseilen", E. u. M. 1923, Heft 34. — Truxa, „Beitrag zur Berechnung von schiefen Einzelspannfeldern und von Spannfeldern mit Abspannketten", E. u. M. 1924, Heft 33. — Truxa, „Freileitungen mit Hängeketten im Gebirgsgelände" E. u. M. 1925, Heft 11.

Die vom Mallnitzwerk nach dem Unterwerk Schwarzach St. Veit zu führende Übertragungsleitung wird zwischen Mallnit und Böckstein entweder als Freileitung über die rund 2400 n hohen Korntauern oder als Kabel durch den rund 8,5 km langen Tauerntunnel geführt werden. Das Unterwerk Golling wir durch eine von Schwarzach-St. Veit ausgehende Stichleitun gespeist werden. Vom Stubachwerk wird eine Doppelleitun bis zur Einmündung ins Salzachtal führen; dort gabelt sic die Leitung in einen gegen Schwarzach-St. Veit mit Abzweigun nach dem Unterwerk Saalfelden und einen über den Pafs Thur nach dem Unterwerk Kitzbühel laufenden Leitungszug. Die vo Kitzbühel nach dem Unterwerk Wörgl und von dort nach de Unterwerk Hall führende Übertragungsleitung wird zwische diesen zwei Unterwerken auch in das Achenseewerk eingeleite

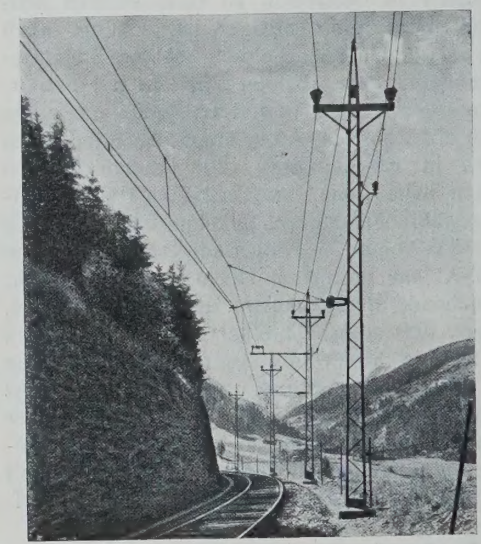


Abb. 2. Übertragungsleitung Ruetzwerk—Spullerseewerk; Führu der Leitung auf dem Fahrleitungsgestänge. (Weitschirmisolatore (Ö. S. S. W.)

(Abb. 1). Während das Gelände zwischen Kitzbühel und H die Führung der Übertragungsleitung in längeren Strecken der Nähe der Bahn gestattet, mufste die Teilstrecke Unterwe Hall—Ruetzwerk zwecks Umgehung der Stadt Innsbruck f durchwegs weit von der Bahnlinie entfernt über das Mitt gebirge (hinter Schlofs Ambras vorbei) verlegt werden. Be Ruetzwerk zweigt eine Doppelleitung zum Unterwerk Matrei a das somit in die Leitung Ruetzwerk—Hall eingeschleift i Die bisher angeführten Leitungen sind zum Teil im Bau, zu Teil in Betrieb.

Die älteste, schon seit Mai 1925 in Betrieb stehen Übertragungsleitung Ruetzwerk—Spullerseewerk v läuft in der Teilstrecke Ruetzwerk—Innsbruck—Westbahnl parallel mit der seit dem Jahre 1912 bestehenden Übertragun leitung der Mittenwaldbahn. Welcher Fortschritt bei d Linienführung solcher Leitungen seither gemacht wurde, zei sich darin, dafs auf der genannten, rund 7 km langen Teilstrec die Mittenwaldbahnleitung 93 Stützpunkte, dagegen die ne Leitung nur 58 Stützpunkte aufweist.

Von Innsbruck—Westbahnhof bis Landeck wurde der Inntale verlaufende Leitungsweg so gewählt, dafs die Leitu soweit als möglich von der Bahn aus gesehen werden kan

Allerdings konnte dieser Grundsatz wegen örtlicher Schwierigkeiten und Hindernisse (Steinschlaggefahr usw.) nicht durchwegs eingehalten werden. Bei Landeck verläfst die Übertragungsleitung das Inntal und wird auf dem Fahrleitungsgestänge bis St. Anton geführt (Abb. 2), wo der interessanteste Teil der Leitung nämlich die Arlbergpafsleitung beginnt. Da die Frage der betriebssicheren Herstellung von 55000 V-Kabeln zur Zeit der Entwurfsbearbeitung der Arlbergleitung noch nicht geklärt war, konnte der Weg durch den Arlbergtunnel nicht gewählt werden. Die Pafsleitung (Abb. 3) erreicht eine Höhe von 2019 m über dem Meere, der Scheitelpunkt liegt um rund 100 m höher als die Pafshöhe, weil der Leitungsweg der Lawinengefahr ausweichen mufste. Die während dreier Winter gemachten Erfahrungen ergaben, dafs die Wahl des Leitungsweges eine aufserordentlich günstige ist. Von Langen, dem Endpunkt der

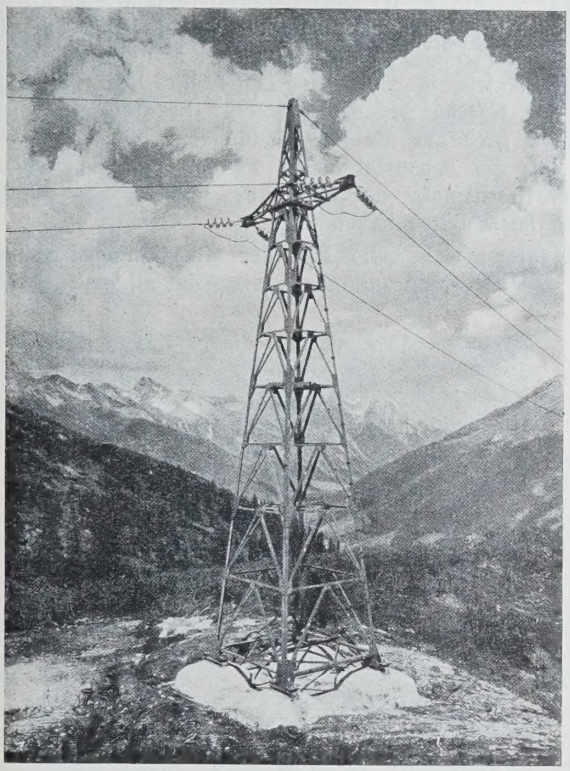


Abb. 3. Arlbergpafsleitung. Eckmast. Zwei Bronzeleitungen an je einer Kugelkopfabspannisolatoren. Oben eine Erdleitung aus Stahlseil. (Ö. S. S. W.)

Arlbergpafsleitung geht die Übertragungsleitung im Klostertale meist nächst dem Alfenzbach, an manchen Stellen, um den Lawinen auszuweichen, förmlich im Bachbett selbst geführt, zum Spullerseewerk.

Zwischen Innsbruck und Spullerseewerk sind die Unterwerke Zirl, Roppen und Flirsch auf die Übertragungsleitung aufgefädelt.

Westlich vom Spullerseewerk liegt noch das Unterwerk Feldkirch; die dorthin führende Übertragungsleitung verläuft nahe der Bahn und endigt bei Feldkirch (Abb. 4) in einem rund 5 km langen, im Bahnkörper verlaufenden Kabelstück, weil die Führung einer Freileitung dort grofsen örtlichen Schwierigkeiten begegnete.

Das Einleiterkabel ist mit Papierisolation und mit einer zwischen Isolation und Bleimantel eingelegten Aluminiumfolie ausgestattet, erhielt aber aufser einer den Bleimantel umgebenden Papier-Jute-Asphalt-Schichte keinen Schutz gegen äufsere mechanische Einwirkungen, da die sonst bei Kabeln übliche Eisenbewehrung in elektrischer Beziehung ungünstig wirken würde. Die Verlegung der Kabel mufste daher mit gröfster Sorgfalt in eigenen Betontrögen erfolgen.

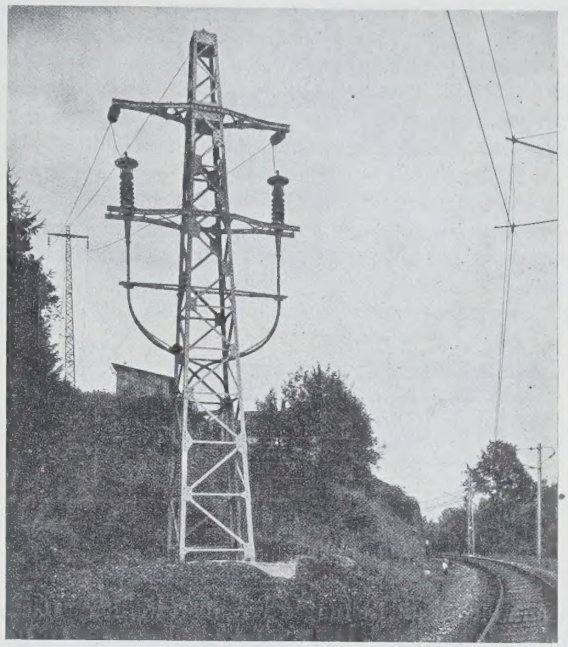


Abb. 4. Übergangsleitung Spullerseewerk—Feldkirch. Übergang von der Freileitung (Ö. B. E. G.) zur Kabelleitung (Ö. S. S. W.).

Abb. 5. Übergangsleitung Ruetzwerk—Spullerseewerk. Tragmast aus Eisen. Hewlett-Hängeisolatoren. (A. E. G. Union E. G.)

Obwohl das Kabel während längerer Zeit seine volle Betriebssicherheit erwiesen hat, kann die Herstellung einer 55000 V-Kabelleitung wegen der vergleichweise hohen Kosten höchstens noch im Tauerntunnel in Frage kommen. Alle übrigen Übertragungsleitungen wurden und werden als Freileitungen gebaut. Hierbei wird als Regelspannweite 180 m (früher 150 m) angewendet; der kleinste lotrechte Abstand

der Leitungen vom Erdboden beträgt 5 m. Das Gestänge besteht aus Eisen oder Eisenbeton. In der Geraden werden im allgemeinen leichte Tragmaste verwendet (Abb. 5); sie werden in Abständen von etwa 1 km von starken Abspannmasten ab-

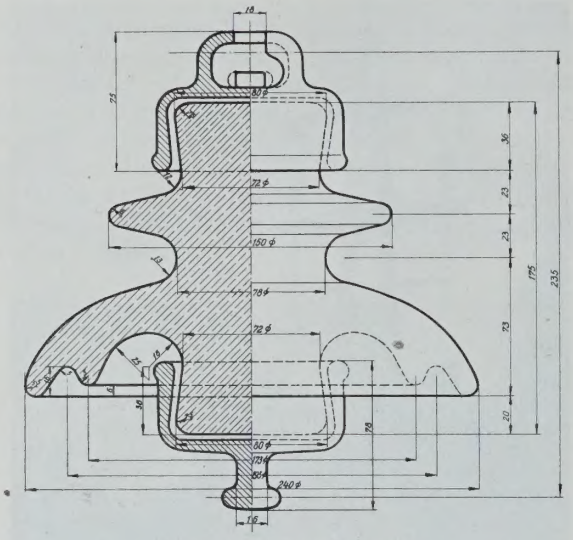


Abb. 6. Knüppelisolator.

gelöst, an welchen die Leitungen verankert werden. Das gleiche gilt für Maste bei Bahn- und Straſsenkreuzungen. An Punkten, wo die Leitung lot- oder wagrechte Bruchpunkte aufweist, kommen Eckmaste zu stehen.

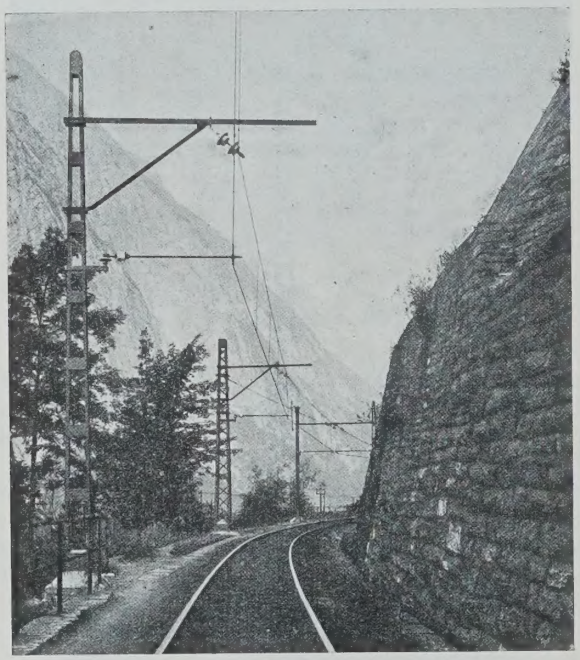


Abb. 7. Arlberglinie Langen—Bludenz. (A. E. G. Union E. G.)

Die Isolation erfolgt (mit geringen Ausnahmen) durch Hängeisolatoren, die bei den älteren Leitungen der Hewlett-Bauart und Kugelkopftype, bei den neueren Leitungen der Knüppel-(Motorisolator-)Bauart (Abb. 6) angehören. Letztere Isolatortype wird in der Hänge- und Abspannlage in gleicher Form und zu dritt angeordnet, so daſs bei den neuen Leitungen von dem früher üblichen Vorgange der Verwendung verschiedener Formen und der Anordnung von vier Isolatoren in den Abspannketten Abstand genommen ist. Dies ist mit Rücksicht auf die Durchschlagsicherheit und die groſse Überschlagsspannung (Dreierkette unter Regen: Hängelage etwa 165 kV, Abspannlage etwa 185 kV) des gewählten Knüppelisolators ohne weiters zulässig.

Bei Überquerungen von Bahnen oder öffentlichen Straſsen werden zwecks Erhöhung der Sicherheit gegen Isolatorenbruch im Sinne der Sicherheitsvorschriften Isolator-Doppelketten angewendet.

Als Leitermaterial kommen im allgemeinen Kupferseile zur Anwendung, die Arlbergpaſsleitung ist mit Bronzeseilen ausgestattet. Eine neue Aluminiumlegierung wird bei den Seilen der Paſs Thurn-Leitung Verwendung finden. Für das an der Spitze des Gestänges geführte Erdseil, das mit den an geeigneten Stellen in Entfernungen von etwa 1 km verlegten Erdnetzen verbunden ist, wird verzinktes Stahlseil verwendet.

Für die Anlage der Übertragungsleitungen sind die Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Elektrotechnischen Vereines in Wien maſsgebend, die durch besondere von der Elektrisierungsdirektion aufgestellte Bedingnisse, Regelpläne und Normen ergänzt werden. Diese beziehen sich insbesonders auch auf die Mastgründungen, die soweit genormt sind, daſs die bauausführenden Firmen und Baudienststellen bei der Bestimmung der Gründungsausmaſse nur die Bodengattung festzustellen haben.

Während sich beim Bau der Übertragungsleitungen im Laufe der Elektrisierung nur wenige, im allgemeinen auf da

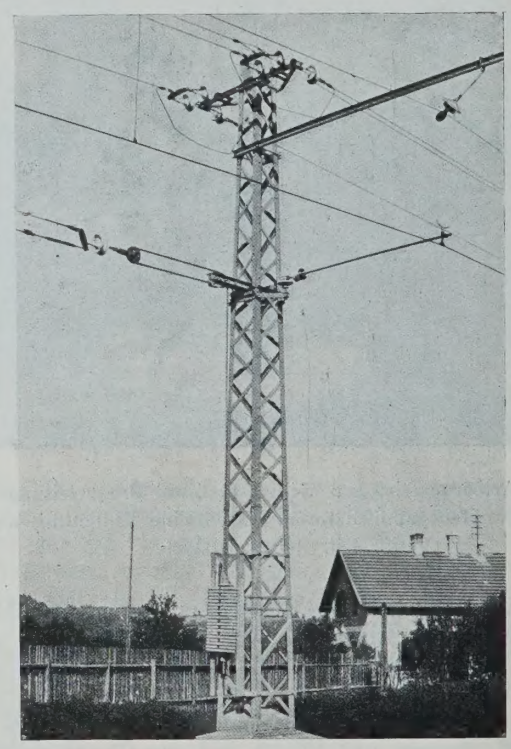
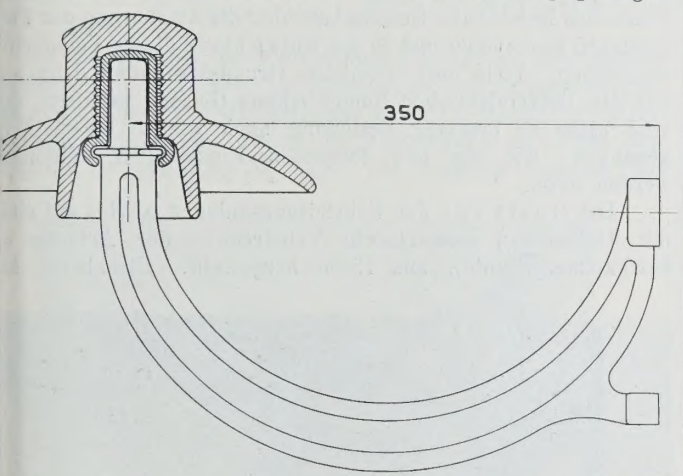


Abb. 8. Salzkammergutbahn Attnang—Ebensee, Nachspannvorrichtung. (A. E. G. Union E. G.)

angewendete Klemmenmaterial beschränkte Änderungen ergebe haben, weisen die Fahrleitungsanlagen einen durch di eigenen Erfahrungen und durch die ausländischen Beispiele beein flufsten Entwicklungsgang mit ganz grundlegenden Änderunge der angewendeten Bauarten auf. In diesem Zusammenhang se wenn auch im vorliegenden Aufsatze nur die Elektrisierung bauten auf den österreichischen Hauptbahnlinien besproche werden sollen, doch kurz auf die älteren im österreichische Bundesbahnbetrieb stehenden, mit Wechselstrom betriebene

kalbahnen hingewiesen. Die Mariazellerbahn (St. Pölten—ariazell—Gufswerk; elektrisch betrieben seit 1911) besitzt ie Fahrleitung der bekannten Siemens-Bauart mit Hilfstragaht und selbsttätiger Nachspannung des Fahrdrahtes allein, ährend die im Jahre 1912 eröffnete Mittenwaldbahn mit ier einfachen Kettenfahrleitung ohne selbsttätige Nachspannung sgestattet, ferner die im Jahre 1914 eröffnete Lokalbahn ien—Hainburg (Landesgrenze) nach einer von der E. G.-Union E. G. entwickelten Bauart mit selbsttätiger achspannung von Fahrdraht und Tragseil hergestellt wurde. r Bau dieser Bahn fiel in die Epoche des Bestrebens nach ofsen Spannweiten und wurde daher mit einer Regelspannite von 100 m gebaut. Die sowohl hier als auch im Auslande t dieser Spannweite gemachten Erfahrungen hinsichtlich des grofsen Windabtriebs führten bei der Hauptbahnelektrisierung r Wahl kleinerer Spannweiten. Im übrigen wurde aber aus r bei der Lokalbahn Wien—Hainburg angewendeten Bauart es Fahrleitungssystem weiter entwickelt, das auf den Teilecken Innsbruck—Telfs und Langen—Bludenz der lbergbahn sowie auf der Teilstrecke Attnang—Puchheim-ensee der Salzkammergutbahn zur Anwendung gelangte.



b. 9. Salzkammergutbahn. Ausgebuchster Isolator. (Ö. B. B. W.)

Wir sehen bei dieser Bauart (Abb. 7) ein auf Rollen rlegtes Tragseil, an dem mit (gröfstenteils) lotrechten Drahtngern der Fahrdraht aufgehängt ist. Die selbsttätige Nachannvorrichtung (Abb. 8) besitzt einen Ausgleichshebel, r die verschiedene Ausdehnung des mit einem gemeinsamen wichte nachgespannten Tragseiles (Stahl) und Fahrdrahtes upfer) ausgleicht. Auf der übrigen Teilstrecke der Arlbergie, nämlich auf der Strecke Telfs—Langen wurde die i der Mariazellerbahn und bei mehreren ausländischen Bahnien bewährte Bauart mit Hilfstragdraht angewendet, dem der Fahrdraht mit kurzen Schlaufen aufgehängt ist. s Tragseil und der an ihm mit lotrechten Hängern befestigte lfstragdraht ist fest verlegt und nur der Fahrdraht ist selbstig mit Gewichten nachgespannt.

Haben sich auch diese beiden, bei der Erstlingslinie der terreichischen Hauptbahnelektrisierung angewendeten Fahrtungssysteme — teilweise nach einigen Anfangsschwierigiten, teilweise ohne jeden Anstand — bewährt, so wurde doch i der darauffolgenden Planung der Elektrisierung der Salzmmergutlinie der Wunsch nach einem einfacheren und billigeren stem rege. Diesem Bestreben wurde durch die Anwendung ier Bauart, mit drehbaren Auslegern Rechnung getragen, ier Bauart, die zuerst von den Siemens Schuckert Werken i den Schwedischen Staatsbahnen angewendet wurde. Es men zwei Formen dieser Bauart zur Ausführung.

Das eine, von den österreichischen Brown Boveri Werken sgebildete, auf der Teilstrecke Stainach—Irdning-Bad Aussee eingebaute System ist durch die Anwendung eines ausgebuchsten Isolators (Abb. 9) beim Drehpunkte gekennzeichnet. Bei der anderen, von den österreichischen Siemens Schuckert Werken nach dem schwedischen Muster weiter entwickelten, bei der Ausrüstung der Strecke Bad Aussee—Ebensee angewendeten Bauart (Abb. 10) findet die Drehung des Auslegers um die in Auslegern drehbar angeordneten Isolatorstützen statt. Bei beiden Systemen werden Tragseil und Fahrdraht selbsttätig nachgespannt und zwar auf der Strecke Stainach—Irdning-Bad Aussee auch in den Bahnhöfen, während auf der Strecke Bad Aussee—Ebensee die Tragseile in den Bahnhöfen fest verlegt und nur die Fahrdrähte nachgespannt sind.

Als nach Fertigstellung der elektrischen Ausrüstung der Salzkammergutbahn an die Fortsetzung der Elektrisierung in Vorarlberg (anschliefsend an die Strecke Innsbruck—Bludenz) geschritten wurde, stand bereits fest, dafs wieder eine Bauart

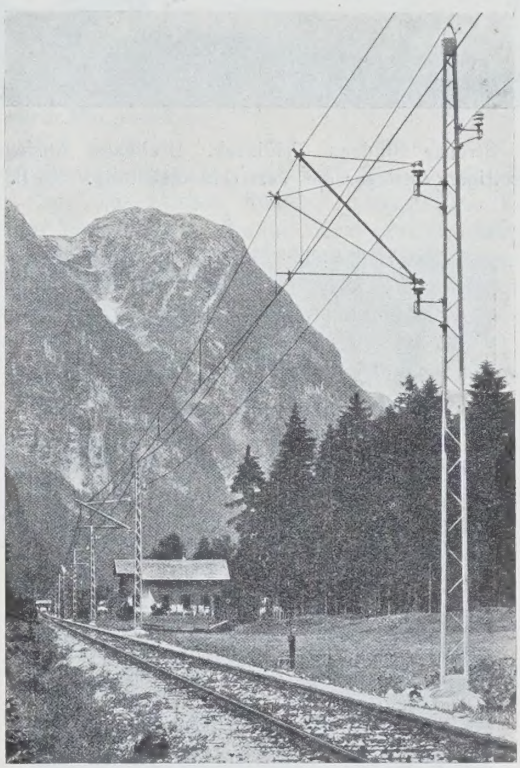


Abb. 10. Salzkammergutbahn Bad Aussee—Ebensee. Festpunkt. (Ö. S. S. W.)

mit drehbaren Auslegern zur Anwendung gelangen solle. Inzwischen hatte aber die Fabrikation der Isolatoren einen grofsen Schritt nach vorwärts gemacht und es schien möglich, einer schon früher gegebenen Anregung des Elektrisierungsdirektors Ing. Dittes folgend, das Porzellan des Isolators auf Zug zu beanspruchen und so mit Hilfe eines Knüppelisolators eine einfache Befestigung des drehbaren Auslegers am Maste zu finden. Diesen Gedanken führte die Österreichische Bergmann-Elektrizitätsgesellschaft unter Anwendung eines von ihr eigens zu diesem Zwecke entwickelten, in Abb. 6 dargestellten, Knüppelisolators, im Gedankenaustausch mit der Elektrisierungsdirektion in einer Bauart aus, die aus Abb. 11 zu ersehen ist. Der untere Isolator ist lot- und wagrecht beweglich an einem Tragarm befestigt und trägt die an dem oberen Isolator mit einem Draht befestigte Stützstrebe, an welcher die Fahrleitungskette aufgehängt ist. Beide Isolatoren besitzen den gleichen Porzellankörper und unterscheiden sich voneinander nur durch die Armatur; der obere Isolator ist ebenso wie der die Verstärkungsleitung tragende Isolator identisch mit dem

bei den Übertragungsleitungen verwendeten der Abb. 6. Die ganze Fahrleitungskette (Tragseil nnd Fahrdraht) wird auf der freien Strecke selbsttätig mit Gewichten nachgespannt (Abb. 12), in den Bahnhöfen wird das Tragseil fest verlegt und die automatische Nachspannung auf den Fahrdraht beschränkt.

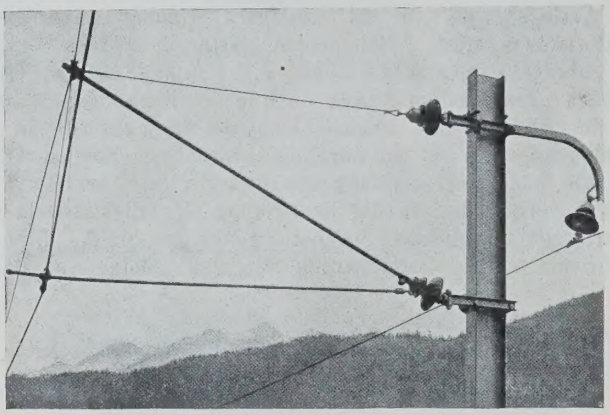


Abb. 11. Strecke Bludenz—Feldkirch. Drehbarer Ausleger. Am rechtsseitigen Ausleger die Verstärkungsleitung. (Ö. B. E. G.)

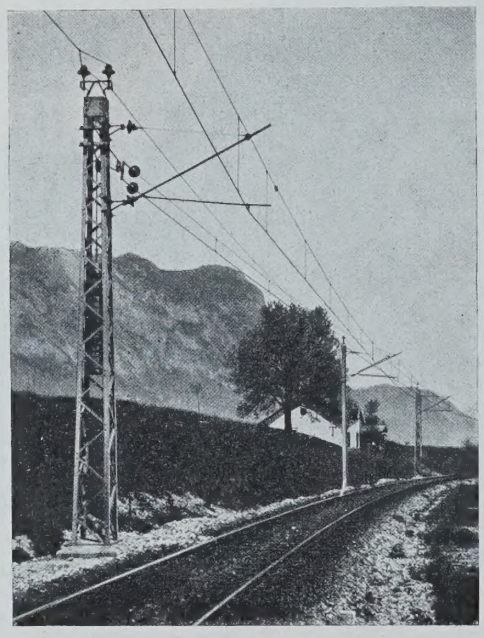


Abb. 12. Strecke Kufstein—Wörgl. Selbsttätige Nachspannvorrichtung auf freier Strecke. (Ö. S. S. W.)

Diese Bauart wurde auf den Vorarlberger Linien (Bludenz—Feldkirch—Buchs bzw. Bregenz) und auf der eingleisigen Teilstrecke Kufstein—Wörgl ferner — für die zweigleisige Anordnung ausgestaltet — auf den Strecken Saalfelden—Wörgl und Kufstein—Wörgl—Innsbruck—Brenner von allen österreichischen Elektrizitätsfirmen ausgeführt, so dafs füglich von einer »Einheitsfahrleitung« gesprochen werden kann. Mit Rücksicht auf die bisherigen Betriebserfahrungen wird auch für die Strecke Salzburg—Saalfelden das gleiche Fahrleitungssystem Anwendung finden. Es dürfte demnach in der im vorstehenden skizzierten Entwicklung des Fahrleitungsbaues bei den Österreichischen Bundesbahnen ein gewisser Ruhepunkt erreicht sein.

Im Gegensatz zu den Übertragsleitungen bestehen für die Fahrleitungsanlagen keine vom Elektrotechnischen Verein oder sonstiger autoritativer Seite herausgegebenen Vorschriften, s dafs die grundlegenden Bestimmungen für den Fahrleitungsba von der Bahn selbst festgesetzt werden müssen. Es entstan dadurch eine ganze Reihe von Normen, Regelblättern, Baustoff bedingnissen usw., die noch immer, dem Fortschritt der Fabrikatio sowie den Bau- und Betriebserfahrungen folgend, ausgebaut wird Es ist interessant festzustellen, dafs durch diesen Vorgang i manchen Fabrikationszweigen und Lieferwerken grofse Fort schritte in der Verbesserung der Qualität erzielt wurden.

Natürlich wurde und wird von den Österreichischen Bundes bahnen die Entwicklung des Fahrleitungsbaues im Ausland und insbesonders im Deutschen Reiche fortlaufend verfolgt. Di Mitarbeit im Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen und i Internationalen Eisenbahnverband ermöglicht es, bei der Neu bearbeitung der bestehenden bzw. Aufstellung neuer technische Vereinbarungen einerseits den österreichischen Verhältnisse Berücksichtigung zu verschaffen, andererseits die in Entstehun befindlichen Bestimmungen soweit als möglich schon beim Ba zu berücksichtigen. Durch das Entgegenkommen der Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft konnten Vertreter der Elektrisierung direktion an den Beratungen betreffend die Vorschriften de Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über die Ausführung der Fah leitungen teilnehmen und so die Entwicklung dieser Vorschrifte mitmachen. Viele dort verankerte Grundsätze haben denn auc auf den Österreichischen Bundesbahnen Geltung erhalten, doc sind diese in mancher Beziehung auch wieder eigene Weg gegangen, wie aus den folgenden Einzelheiten entnomme werden kann.

Das Gestänge der Fahrleitungsanlagen ist (bis auf einig mit Holzmasten ausgerüstete Teilstrecken der Arlberg- un Salzkammergutlinie), aus Eisen hergestellt. Eisenbeton ka

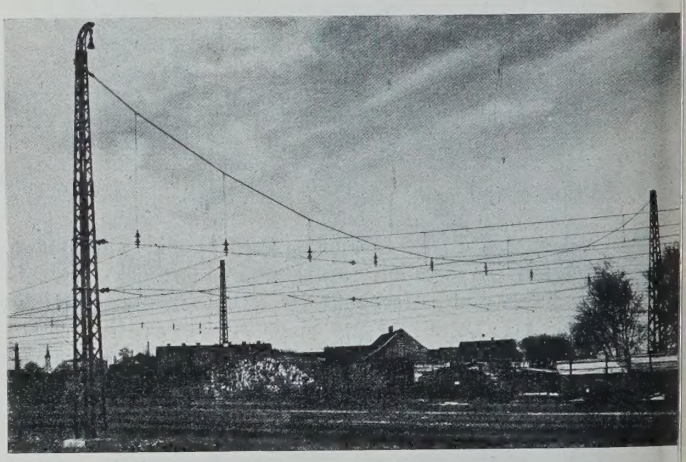


Abb. 13. Bahnhof Bregenz. Doppelte Isolation in den Hänge wegen länger dauernden Dampfbetriebes. (Ö. S. S. W.)

bisher nicht zur Anwendung, und zwar schon deshalb, weil Österreich die einzig in Betracht kommenden Schleuderbeto maste nicht erzeugt werden. Die Regelspannweite beträgt b der Einheitsfahrleitung 60 m, bei den älteren Bauarten 75 i in den Bogen findet in jedem Falle eine entsprechende Ve minderung der Spannweite statt. Für die Anordnung des Fah leitungsgestänges im Verhältnis zu den Gleisen besteht e eigener Regelplan, der auch die Auslenkung der Fahrbetrieb mittel in der Krümmung berücksichtigt. Bei der Aufstellu der Maste wird auch tunlich auf die Aufrechterhaltung d Sichtbarkeit der Signale geachtet; gegebenenfalls werden »Sich keile« angeordnet.

Für die Gründung der Maste wurden Normen herau gegeben, so dafs bei der Bauausführung nur die Bodenbeschaffe heit festzustellen bleibt. Alle Tragwerksteile, die zwisch

lation und Erde liegen, werden sorgfältig geerdet. Für die dung dieser Teile und sonstiger in der Nähe der Leitungen findlicher Bauwerke bestehen ausführliche, von der Elektrirungsdirektion ausgearbeitete Vorschriften.

Auf der Arlberglinie wurden hauptsächlich Schlingen-(Hewlett-)Isolatoren (Abb. 7) und (bei der Siemens-Fahrleitung) einscherbige Spulen-(Diabolo-)Isolatoren verwendet. Auf der Salzkammergutlinie gelangten neben Schlingenisolatoren zwei-

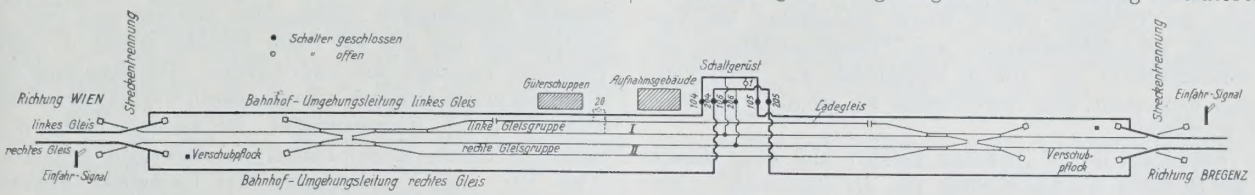


Abb. 14. Schaltbild eines Bahnhofs.

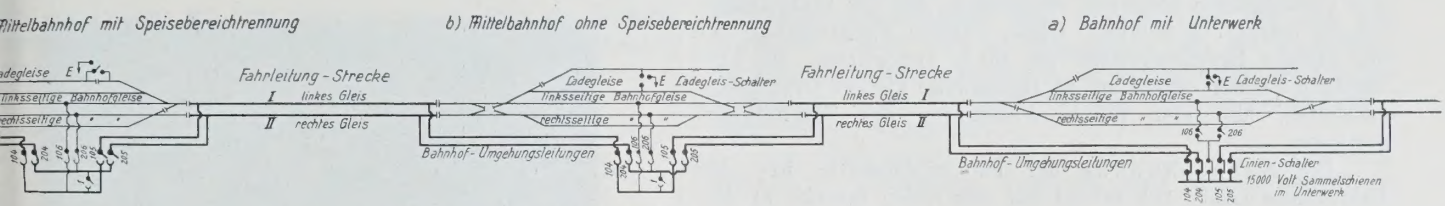
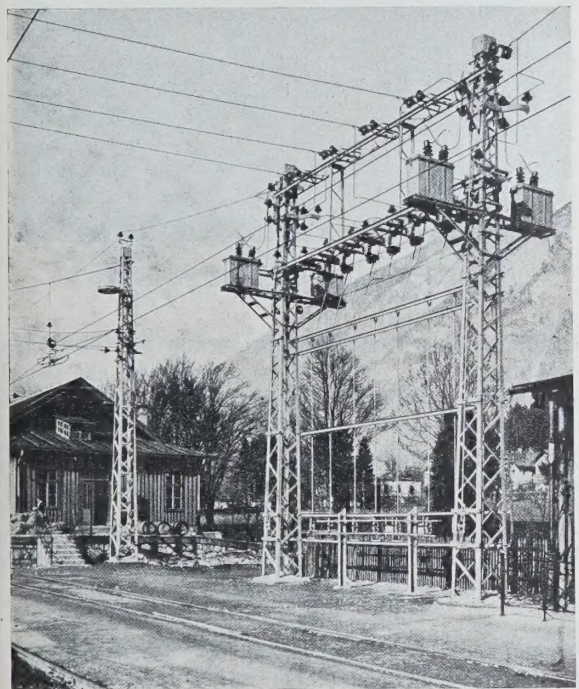


Abb. 15. Schaltbild des Speisebereiches eines Unterwerkes.

Die Isolation der Fahrleitungen ist auf der Arlberglinie e doppelte (vergl. Abb. 7), während auf der Salzkammergutn und bei der Einheitsfahrleitung nur ein Isolator zwischen spannungführenden Teilen der Fahrleitung und Erde eingeschaltet ist (Abb. 8, 10, 11). Die einfache Isolation hat



b. 16. Strecke Wörgl—Innsbruck. Bahnhof Zenbach. Schaltüst mit Bendmann-Überspannungsschutz. Im Hintergrund ein Streckentrenner und ein Schaltzeiger. (Elin A.-G.)

h im allgemeinen gut bewährt. In jenen Bahnhöfen, die en dem elektrischen Betrieb noch einen lebhaften Dampfomotivbetrieb aufweisen, ergaben sich allerdings bei Verndung eines Hängers normaler Bauart Schwierigkeiten, da den in der Rauchfahne hängenden Isolatoren wegen Versung öfters Überschläge eintraten. Diesem Übelstande wurde ch Einbau von Sonderisolatoren (mit zwei Schirmen) bzw. ch Verdopplung der Isolatoren gesteuert (Abb. 13).

scherbige Standisolatoren der »schwedischen« Bauart und einscherbige, mit eingehanften Büchsen ausgestattete Isolatoren (Abb. 9) zur Verwendung. Die bei der doppelten Isolation verwendeten Isolatoren besitzen je Isolator Durchschlagspannungen von 90 bis 130 kV und eine Überschlagspannung (unter Regen) von rund 40 kV, während die bei einfacher Isolation eingebauten Isolatoren Durchschlagspannungen von 90 bis 200 kV, ferner Überschlagspannungen (unter Regen) von 50 bis 56 kV aufweisen.

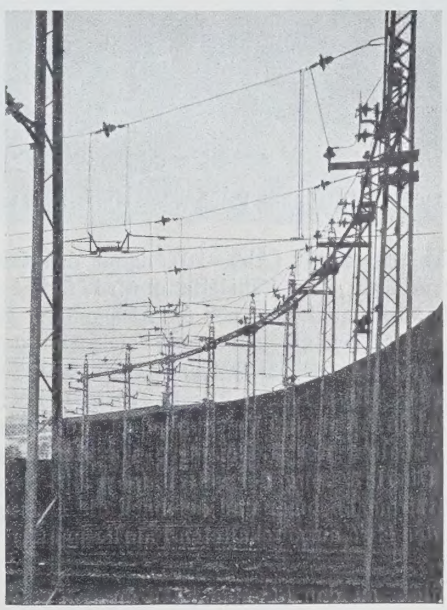


Abb. 17. Bahnhof Wörgl. Lokomotivschuppen. (Ö. S. S. W.)

Die bei der Einheitsfahrleitung benützten Knüppelisolatoren sind als durchschlagsicher zu bezeichnen und besitzen eine Überschlagspannung (unter Regen) von rund 55 kV; bei der Ausführung mit zwei Schirmen von rund 83 kV. Die Knüppelisolatoren haben eine gewährleistete Zugfestigkeit von 4800 kg, werden stückweise mit 3500 kg überprüft und zeigen bei den Zerreifsproben Bruchfestigkeiten bis 9000 kg.

Für die Fahrleitungskette wird im allgemeinen ein Tragseil aus verzinkten Stahldrähten verwendet; in Tunnels tritt an seine Stelle ein Bronzeseil.

Der Fahrdraht zeigt einen Achterquerschnitt (abweichend vom deutschen Rillenfahrdraht) und wird für die Hauptgleise mit 100 mm², für die Nebengleise der Bahnhöfe, Schleppgleise usw. mit 65 mm² Querschnitt gewählt. Zur Aufhängung des Fahrdrahtes am Tragseile kamen früher Stahldrähte zur Verwendung, die Einheitsfahrleitung weist Bronzeseilhänger auf. Das Klemmenmaterial war früher grofsenteils aus verzinktem Tempergufs hergestellt, jetzt wird soweit als möglich rostfreies Material verwendet.

Der Fahrdraht ist im Zickzack geführt und zwar derart, dafs in der Geraden die Abweichung von der Gleisachse in der Spannfeldmitte gleich Null ist und bei jedem Stützpunkte das gröfste Mafs (450 mm) erreicht. Der Fahrdrahtzug ist bei den verschiedenen Bauarten verschieden; bei der Einheitsfahrleitung beträgt er 600 kg. Dieser geringe Fahrdrahtzug und die geringe Regelspannweite von 60 m ermöglichen die Verwendung leichter Maste mit vergleichsweise kleinen Gründungsausmafsen, also eine billige Ausführung des Fahrleitungsgestänges.

Die Nachspannung der Fahrleitungskette bzw. des Fahrdrahtes (Abb. 12) erfolgt auf der freien Strecke in Abständen von etwa 1 km. In der Mitte der Nachspannstrecke ist

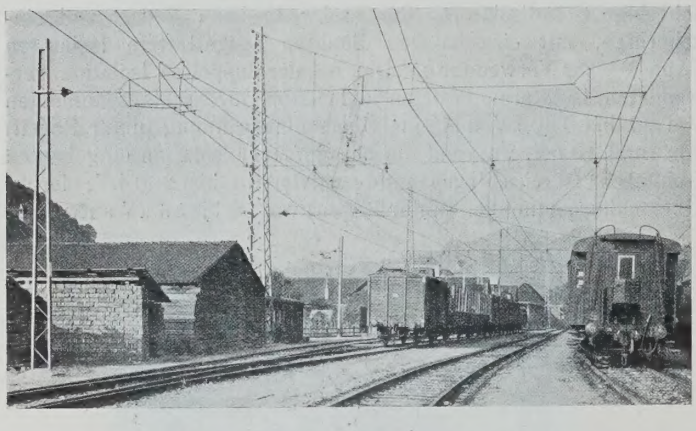


Abb. 18. Bahnhof Feldkirch. (Ö. B. E. G.)

ein Festpunkt angeordnet (Abb. 10), damit die Nachspannung gleichmäfsig erfolgt. Die Fahrleitung wird ferner bei jedem Bahnhofkopfe abgespannt, wo auch die Abspannung der Stationsfahrdrähte derart erfolgt, dafs eine elektrische Trennstelle (Streckentrennung) zwischen freier Strecke und Bahnhof entsteht (Abb. 14). Diese Streckentrennung ist im Verhältnisse zum Einfahrsignal und Verschubpflock derart angeordnet, dafs durch Anhalten der Lokomotive vor dem Signale bzw. Pflocke eine Überbrückung der getrennten Fahrleitungen durch die Lokomotivstromabnehmer und demnach die Übertragung der Spannung in den etwa ausgeschalteten Fahrleitungsteil verhindert werden kann.

Durch diese an den Bahnhofenden angeordneten Streckentrennungen wird die ganze Linie in einzelne Abschnitte geteilt, die von den Bahnhöfen aus geschaltet werden können, um einerseits bei Revisionsarbeiten u. dergl. einzelne Teile ausschalten, andererseits bei auftretenden Störungen den Fehler durch Eingrenzung feststellen und lokalisieren zu können. Wie aus der Abb, 15 hervorgeht, erfolgt die Speisung der einzelnen Streckenteile und Bahnhöfe vom Unterwerke aus derart, dafs infolge der Anordnung von Bahnhof-Umgehungsleitungen die einzelnen Bahnhöfe abgeschaltet sein können (Schalter 106 und 206 offen) ohne dafs die dahinter liegenden Strecken spannungslos würden. Der Speisebereich des (in der Mitte liegenden) Unterwerks endet beiderseits in je einem Bahnhofe, wo die Schalter der anschliefsenden Strecke dauernd geöffnet sind. (In Abb. 15: Schalter 105 und 205. In dem rechts vo Unterwerk gelegenen, nicht dargestellten Bahnhof mit Speise bereichtrennung wären die Schalter 104 und 204 dauernd offen

In den Bahnhöfen sind, wie die Abb. 14 und 15 zeige einzelne Gleisgruppen voneinander getrennt und zwar in Übe einstimmung mit der auf freier Strecke streng durchgeführte Trennung zwischen den zwei Gleisen. Die Schaltung der Fah leitungen dieser Gruppen erfolgt ebenso wie jene der Umgehungs leitungen durch Hörnerschalter, die an dem nächst dem Fah dienstleiterraume angeordneten Schaltgerüste angeordnet sin (Abb. 16). Die Fahrleitungen der Ladegleise werden durc eigene, an Ort und Stelle angebrachte Hörnerschalter geschalte Die Grundstellung dieser Schalter ist »Aus«; die Einschaltun

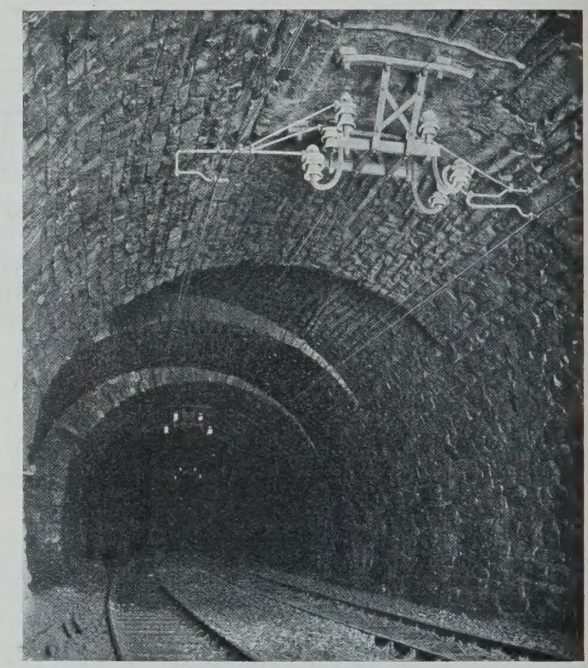


Abb. 19. Arlbergtunnel. (Ö. S. S. W.)

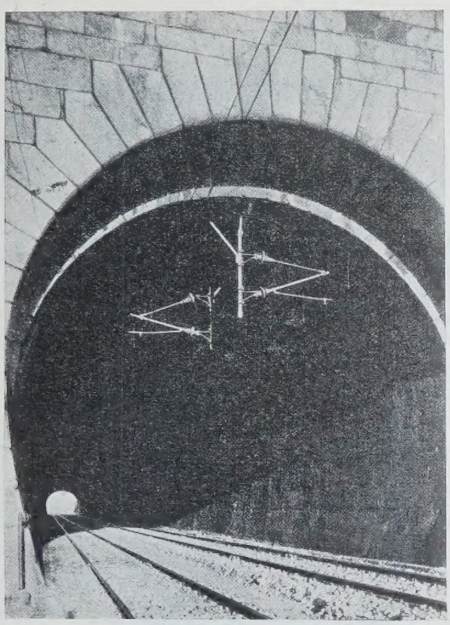
erfolgt nur zwecks Einfahrt und Ausfahrt der Lokomotive Der Schaltzustand wird durch einen zwangläufig mit dem Lad gleisschalter verbundenen, drehbaren »Schaltzeiger« geken zeichnet. (Siehe einzeln stehenden Mast auf Abb. 16).

Bei den Lokomotivschuppen wird die Fahrleitung jed Gleises für sich mit einem Hörnerschalter ausschaltbar ei gerichtet (Abb. 17).

Die Trennstellen zwischen den Gleisgruppen, sowie bei d Ladegleisen und Lokomotivschuppen werden durch in die Fah leitungskette eingebaute Streckentrenner gebildet, wie solc in Abb. 16 und 17 zu sehen sind.

Während die Bahnhöfe früher fast durchwegs mit Joc konstruktionen überspannt wurden, wird jetzt die Bauart n Querseilen bevorzugt. Die ältere Ausführung weist die A ordnung eines einfachen Quertragseiles auf, während die jetzi Regelausführung Doppeltragseile vorsieht (Abb. 13, 18). Je der Querseilaufhängungen hat den Vorteil, dafs die Sicht a die Signale weniger behindert und die Gefahr der Beschädigu des Fahrleitungsgestänges bei Entgleisungen vermindert wi sie hat dagegen den Nachteil, dafs die Mastgründungen b schlechter Bodenbeschaffenheit zu umfangreich werden. diesem Falle werden nach wie vor Jochkonstruktionen an wendet, so z. B. auf der Teilstrecke Feldkirch—Buchs. Hi ist ein so nachgiebiger Moorgrund vorhanden, dafs an einig Stellen der freien Strecke sogar zu einer Holzpfahlgründu gegriffen werden mufste.

In Tunnels sind für die Fahrleitung Sonderbauarten otwendig. Besonders schwierig war die Ausrüstung des 10,3 km ngen Arlbergtunnels (Abb. 19), einerseits wegen der beengten aumverhältnisse, andererseits wegen der Einwirkung der auchgase auf die Konstruktionsteile während der Einbauarbeiten, ie infolge der grofsen Länge des Tunnels und der geringen tützpunktentfernung (im Mittel 25 m) lange Zeit in Anspruch ahmen. Wesentlich einfacher ist die bei der Einheitsfahrleitung ngewendete Bauart (Abb. 20), bei welcher die in der freien trecke angewendete Konstruktion grundsätzlich beibehalten urde. Die Unabhängigkeit der Fahrdrahtausrüstung der beiden leise ist durch die Versetzung der Tragböcke in der Längs- chtung gewährleistet. Bei Tunnels mit starker Verrauchung ird der Isolator mit zwei Schirmen angewendet, um Isolator- berschläge in der Übergangszeit vom Dampf- zum elektrischen etriebe zu vermeiden.



bb. 20. Strecke Wörgl—Innsbruck. Rattenbergtunnel. (Ö. S. S. W.)

Schwierig war die Anordnung der Fahrleitung an der reuzung der Linie Wörgl—Innsbruck mit der Lokalbahnlinie nsbruck—Hall (Abb. 21), da auch letztere eine Fahrleitungs- ette mit Tragseil aufweist. Um ein Ausschalten des Lokomotiv- halters bei der Durchfahrt zu vermeiden, wurde — nach nem Schweizer Muster — der Fahrdraht der Hauptbahn in dem Gleis hochgezogen und die Kreuzung mit dem Lokal- ahnfahrdraht in besonders abgespannte Hilfsfahrdrähte verlegt. in Dreifachumschalter — in der Abb. 21 rechts sichtbar — estattet die Einschaltung des Fahrdrahtkreuzes wahlweise auf 000 V Gleichstrom (Lokalbahnspannung) und auf 15000 V Wechselstrom. Die Stellung des Schalters ist in zwangläufige bhängigkeit von den Bahnschranken und den beiderseits der Kreuzung angeordneten Hauptbahn-Deckungssignalen gebracht, so dafs eine Fehlschaltung ausgeschlossen erscheint. Durch geerdete Zwischenstücke und Hörnerschutz ist gegen den Übergang von Hochspannungswechselstrom in die Lokalbahn- fahrleitung vorgesorgt. Der Übergang der Stromabnehmer beider Bahnlinien über die Fahrdrahtkreuzung geht ohne Funken- bildung und vollkommen glatt vor sich.

Zur Stromrückleitung dienen die Fahrschienen und in einzelnen Teilstrecken die diesen Schienen parallel geschalteten, auf den Mastspitzen des Fahrleitungsgestänges geführten Erd- leitungen. Die Fahrschienen wurden in den älteren Baustrecken an den Stöfsen mit Längsverbindern verschiedener Bauart aus- gestattet. Aufserdem kamen in der freien Strecke und in den Bahnhöfen Querverbinder zum Einbau. Auf den neu aus- gerüsteten Linien wird im allgemeinen von der Anbringung der Schienenverbinder abgesehen, es werden jedoch bei Strafsen- kreuzungen Längs- und Querverbinder, ferner in den Bahnhöfen Querverbinder angeordnet.

Die Umgestaltung der bahneigenen Fernmelde- anlagen*) (Telegraph, Telephon usw.), welche infolge der

Abb. 21. Strecke Wörgl—Innsbruck. Kreuzung mit der 1000 Volt Gleichstrombahn Innsbruck—Hall. (A. E. G. Union E. G.)

Beeinflussung dieser Anlagen durch die Bahnhochspannungs- leitungen erforderlich ist, umfafst die Verdopplung und Kabelung der Leitungen, sowie den Umbau der betreffenden Bahnhof- einrichtungen.

Diese Herstellungen nehmen auf die steigenden Bedürfnisse des Fernmeldedienstes entsprechend Rücksicht und stellen eine bedeutende Verbesserung gegenüber dem bisherigen Bestande dar.

*) Siehe: Truxa: „Entladungserscheinungen an einer im Influenz- bereiche einer Hochspannungsleitung verlaufenden Schwachstrom- leitung“ (Tel. und Fernspr. Techn. 1920, Heft 3).
Truxa: „Schwachstromanlagen im Wirkungsbereiche elektr. Bahnen“ (E. u. M. 1925, Heft 3).

Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.

Elektrische Triebfahrzeuge und Zugförderungsanlagen.

Von Ministerialrat Ing. **Lorenz**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Der Elektro-Lokomotivbau ist noch zu sehr in Entwicklung egriffen, als dafs es möglich gewesen wäre, schon gleich zu eginn der Vollbahnelektrisierung in Österreich einheitliche auarten zu schaffen, die auf einen langen Zeitraum hinaus llen Anforderungen genügt hätten. Die technischen Fort- chritte, die sich stets steigernden Betriebserfordernisse, in gewisser Beziehung auch die Eigenart einzelner Strecken und endlich die inzwischen gewonnenen Betriebserfahrungen drängten dazu, auf neue Bauarten überzugehen, die gegenüber den Erst- ausführungen wesentliche Verbesserungen aufweisen. Sie ge- statten bei einer gleichzeitigen Erhöhung des zulässigen Achs- druckes von 14,5 auf 16,5 t die Unterbringung gröfserer

Leistungen und die Anwendung höherer Fahrgeschwindigkeiten.

Das Bestreben geht zunächst dahin, nicht etwa eine Einheitslokomotive, sondern vorerst einheitliche Bauformen für jede Zuggattung, also für Schnell- und Personenzüge, Güterzüge und Verschubdienst zu bekommen. Dabei wird bei allen neu bestellten und in der Folge noch zu bestellenden Lokomotiven Wert darauf gelegt, Einzelteile der elektrischen Einrichtung, die sich bei früheren Ausführungen im Betrieb gut bewährt haben, weiter zu verwenden, um auch die Anzahl der als Vorrat zu haltenden Teile auf ein wirtschaftliches Mafs zu beschränken. Eine durchgreifende Vereinheitlichung der einzelnen Teile ist heute noch nicht am Platze, da noch nicht genügend Erfahrungen vorliegen und eine vorzeitige Vereinheitlichung in vielen Belangen einer gesunden Weiterentwicklung im Wege stehen würde.

Mit der Ausbildung der Lokomotivbauformen selbst Schritt haltend, ist jedoch die Durchbildung zahlreicher Einzelheiten

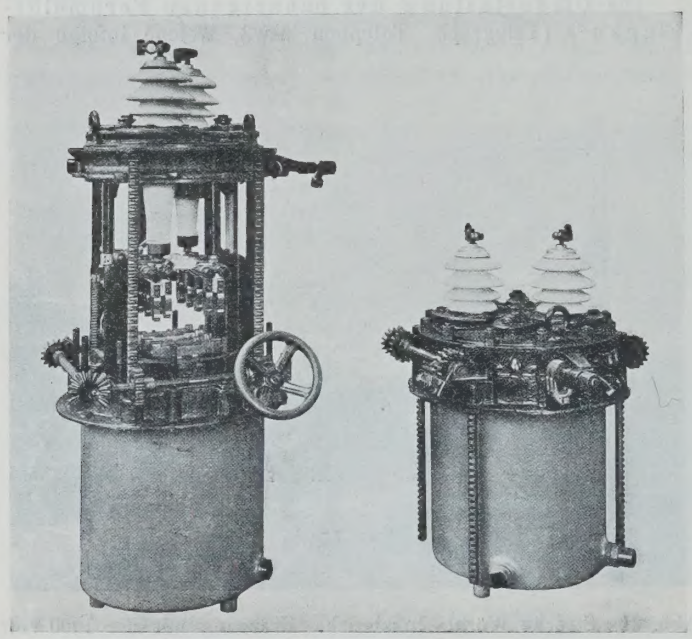


Abb. 1. Einheits-Ölschalter (geöffnet und geschlossen).

als Einheitstypen bis zu einem gewissen Grade gediehen. Dies bezieht sich insbesonders auf die Hilfsbetriebe, Instrumente und Nebenapparate. Bei einzelnen Lokomotivgruppen konnte die Vereinheitlichung auch auf die Bürstenhalter der Trieb- und Hilfsmotoren, Schützen für den Hauptstromkreis und auf eine Anzahl von Teilen des Schaltzubehörs ausgedehnt werden. Derzeit ist aufserdem noch die Vereinheitlichung der Stromabnehmer und der Ölschalter im Zuge.

Der Stromabnehmer mufste bisher mit Rücksicht auf die im zweigleisigen Arlberg-Tunnel vorkommenden verdrückten Profile mit einem zweiten schmäleren Bügel versehen werden. Um das Übersehen des Umstellens der Bügel bei der Ein- und Ausfahrt in, bzw. aus dem Tunnel zu vermeiden, wurde der Doppelscheren-Stromabnehmer mit selbsttätiger Umstellung ausgestattet. Es sind hierbei zwei getrennte und verschieden bemessene Bügel derart auf gemeinsamen Wellen unter verschiedenen Winkeln angeordnet, dafs die Bewegung der beiden Stromabnehmer zwangläufig erfolgt. Bei der Einfahrt in den Tunnel wird gleichzeitig mit der Senkung des Fahrdrahtes auch der breite Bügel herabgedrückt. Durch die zwangläufige Bewegung wird wohl auch der schmale Bügel nach abwärts bewegt, doch mit geringerer Geschwindigkeit, derart, dafs bei einer Höhe von 5250 mm beide Bügel gleich hoch liegen und bei tieferen Fahrdrahtlagen der schmale Bügel höher steht als der breite. Bei der Aufwärtsbewegung des Fahrdrahtes erfolgt die Bewegung der beiden Bügel im umgekehrten Sinne. Da sich inzwischen die Möglichkeit herausgestellt hat, in baulicher Beziehung die Tunnelprofile durch Ausspitzungen an den Wänden auf das richtige Mafs zu bringen, kann in Zukunft von dem Doppelbügel Abstand genommen, und ein Stromabnehmer geschaffen werden, der nurmehr einen Bügel besitzt, der sowohl für die Tunnels, als auch für die freie Strecke Verwendung finden kann.

Die Entwicklung des Einheitsölschalters samt Antrieb ist bereits in Durchführung begriffen. Der Schalter und seine Betätigung (Abb. 1 und 2) beruhen auf dem Grundsatz der Abschaltung aller als regelmäfsig zu bezeichnenden Überlastungen und Kurzschlüsse auf der Maschine selbst, also ohne Abschaltung von Netzteilen, und auf der Sperrung des Schalters in jenen Fällen aufsergewöhnlich hoher Kurzschlufsleistungen

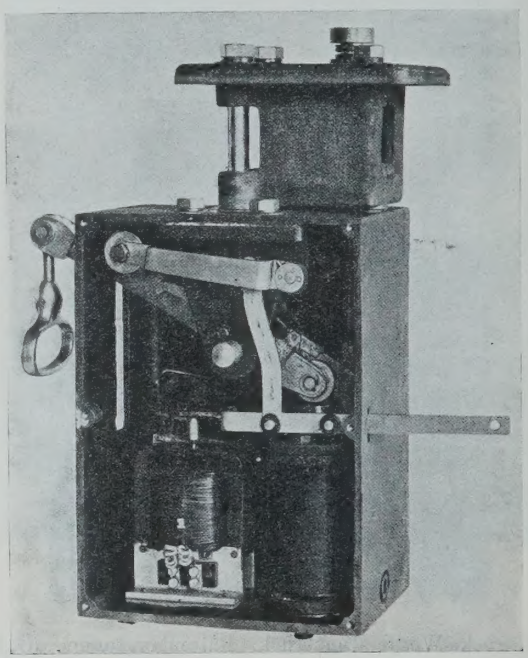


Abb. 2. Antrieb zum Ölschalter.

— primäre Stromwerte von 2500 bis 3000 Amp. aufwärts — welche ihrer Seltenheit wegen eine weitere Vergrörserung der Ölschaltertype nicht rechtfertigen würden. Die Abschaltung solcher Kurzschlufswerte wird von den Unterwerk-Fahrlinienschaltern übernommen, die schon aus diesem Grunde auf Momentauslösung eingestellt werden.

Der Schalter selbst besitzt achtfache Unterbrechung und wegen der benötigten hohen Durchgangsleistung Fingerkontakte. Dabei ist auch seine Abschalteleistung noch sehr hoch und beträgt 8000 Amp. eff. und 16000 Amp. asymmetrischer Stromspitze, so dafs bei der vorgesehenen Blockierung etwa dreifache Sicherheit vorhanden ist. Sein Antrieb erfolgt mittelst Druckluft für das Einschalten und elektrisch für das Ausschalten, kann aber auch mechanisch mittelst Gestänges bewerkstelligt werden (siehe Schema Abb. 3).

Der wichtigste Teil dieser Betätigungseinrichtungen ist das Übersperrwerk (Blockierrelais), ein vom Stromwandler des Ölschalters gespeister Doppelauslöser, der bis zur Sperrgrenze als unabhängiger Höchststromauslöser, darüber hinaus als Sperrwerk wirkt, wobei die Voreilung der etwaigen Sperre vor der Überstromauslösung durch mechanische Mittel erzwungen ist. Die Überstromauslösung des Ölschalters ist unabhängig von 240 bis 360 Amp. (für Fahrzeuge geringerer Leistung mittels

ines zweiten Stromwandlers von 120 bis 180 Amp.) und null is drei Sekunden, die Nullspannungsauslösung gleichfalls mit Zeitverzögerung von null bis drei Sekunden, die Sperre von 500 bis 3000 Amp. einstellbar. Im Niederspannungsstrom-reis wirkt in der Regel auch der Auslöser des Hochspannung ührenden Zugheizungsstromkreises auf den Lokomotivölschalter. Es wurde keinem Anstand unterliegen, bei Verwendung von Lokomotivsteuerungen geringer Schaltgeschwindigkeit und eringer Abschalteleistung im Bedarfsfalle in gleicher Weise uch die Überstromauslösung der Triebmotoren auf den Öl-chalter wirken zu lassen.

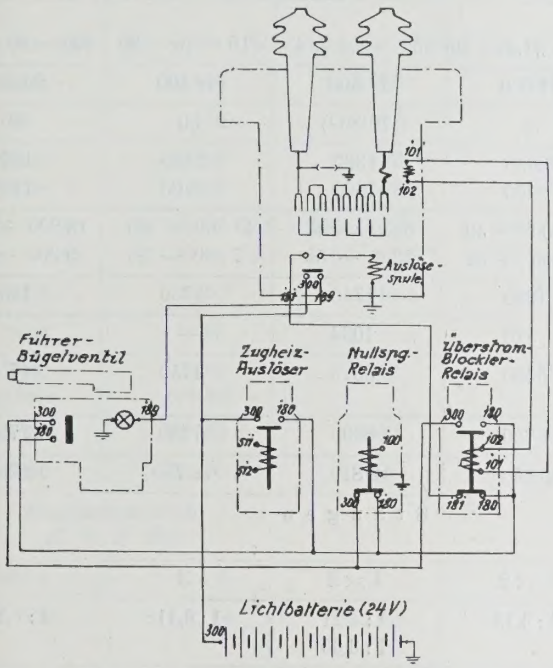
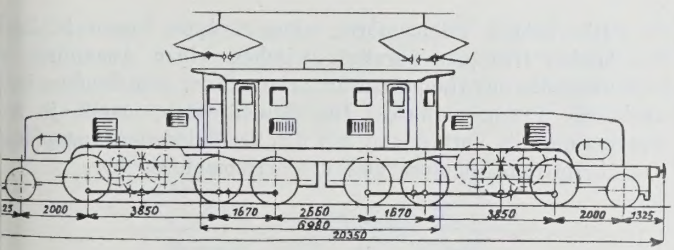


Abb. 3. Betätigungsschema zum Einheits-Lokomotivölschalter.

Hinsichtlich des mechanischen Teiles der Loko-otiven wird im allgemeinen auf eine möglichst kräftige Aus-hrung des Rahmens und eine genaue Durchbildung der riebwerksteile Bedacht genommen. Infolge der längeren Lauf-iten der Lokomotiven ist eine Zentralisierung der Schmierung r Achslager, der Triebmotorlager usw. wünschenswert und wurden in dieser Richtung auch schon Anfänge gemacht riedmannsche Schmierpumpe). Besonders wichtig ist die reichung eines möglichst geringen Ölverbrauchs.



b. 4. 1 C - C 1 Schnell- und Personenzuglokomotive, Reihe 1100 und 1100.100.

Grundsätzlich sind alle elektrischen Lokomotiven aufser mit r Handspindelbremse noch mit der Vakuumschnellbremse für g und Lokomotive ausgerüstet. Da in Österreich als Durch-gsland, auch mit Druckluft gebremste Züge zu befördern sind B. Kufstein—Brenner), werden alle neu bestellten und noch bestellenden elektrischen Lokomotiven zusätzlich auch mit r Druckluftbremse für den Zug eingerichtet. Welche der iden Bremsen die endgültige Lokomotivbremse sein wird, ist rzeit noch nicht entschieden.

Die Druckluft wird durch elektrisch angetriebene Kompressoren erzeugt, die auch die Druckluft für die Steuerapparate, die Sandung und die Pfeifen liefern. Es stehen sowohl Kolbenkompressoren (Knorr, AEG.-Union), als auch umlaufende (Winterthur) in Verwendung.

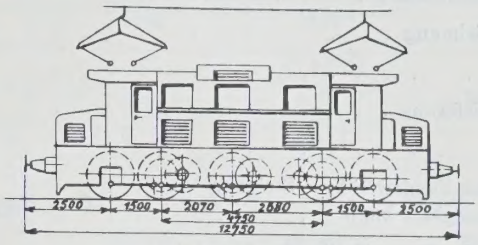


Abb. 5. Güterzuglokomotive, Reihe 1080.

Alle Erstausführungen von elektrischen Lokomotiven hatten Stangenantrieb, auch zwei Typen der später bestellten, eine davon in Verbindung mit dem Kandó-Dreieck. Nach dem Beispiel der ausländischen Bahnen und den günstigen Erfahrungen, die dort mit dem Einzelachsantrieb bei Lokomotiven für gröfsere Geschwindigkeiten gemacht worden sind, wurde bei einer Lokomotivbauform auf Einzelachsantrieb (Gelenkkupplung der Ö. S. S. W.) übergegangen. Wenn auch heute noch kein entgültiges Urteil über die Bewährung dieses Systems abgegeben werden kann, so sind die bisherigen Erfahrungen doch günstig gewesen. Eine weitere Lokomotivtype erhält den Westinghouse-Antrieb (Patent Sécheron).

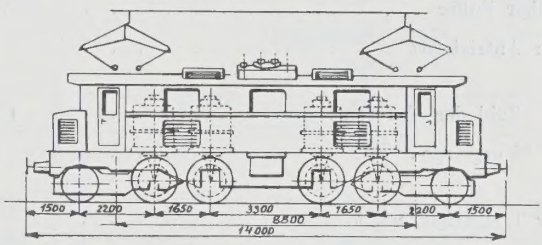


Abb. 6. 1 D_0 1 Schnellzuglokomotive, Reihe 1570.

Für die Beleuchtung der elektrischen Lokomotiven sind Lichtdynamos mit Batterie und Dickregler vorhanden. Aufserdem ist die Umschaltbarkeit auf einen Lichttransformator vorgesehen. Lichtspannung 24 V.

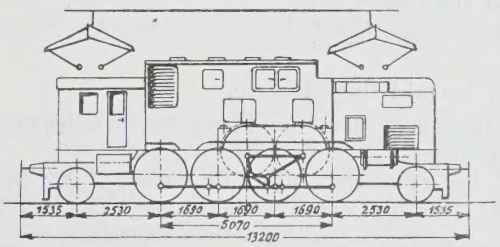


Abb. 7. 1 D 1 Schnell- und Personenzuglokomotive, Reihe 1470.

Die Lokomotivheizung erfolgt mit 200 V Wechselstrom. Für die Zugheizung sind am Lokomotivtransformator Anzapfungen von 800 und 1000 V vorgesehen.

Jede Lokomotive ist mit einem nicht-registrierenden Geschwindigkeitsmesser (Deuta) und einem registrierenden (Hausshälter, Hausshälter-Rezsny, Teloc) ausgerüstet.

Aus der Übersicht (Seite 498 u. 499) über die im Betrieb und im Bau stehenden elektrischen Lokomotiven sind die Hauptabmessungen, Leistungen und die übrigen wichtigen Angaben über die einzelnen Lokomotivtypen zu entnehmen, während in Abb. 4 bis 13 die einzelnen Bauformen gekennzeichnet sind.

Im nachstehenden werden die besonderen Merkmale des mechanischen und elektrischen Teiles der Lokomotivbauformen hervorgehoben und insbesonders jene Ausführungen etwas ein-

Übersicht über die im Betrieb und im Bau befindlichen

Laufende Nummer	1	1a	2	3	3a
Achsfolgebezeichnung	1 C + C 1		1 C 1	E	
Reihenbezeichnung	1100	1100.100	1029	1080	1080.100
Anzahl	7	9	20	20	10
Jahr der Lieferung	1923/24	1926/27	1923/25	1923/24	1926/27
Gattung	S. u. P. Z.		S. u. P. Z.	G. Z.	
Angehängtes Zuggewicht — Steigung ‰ — Geschwindigkeit km/h	320 — 31,4 — 45	330 — 31,4 — 50	450 — 8,4 — 45	810 — 10 — 30	900 — 10 — 32,5
Gröfste Zugkraft am Treibradumfang kg	20 500	21 000	14 500	18 400	20 800
Betriebsmäfsige Höchstgeschwindigkeit km/h	70	75	70/80 [1]	50	50
Leistung an den Motorwellen in PS einstündig	2400	2650	1360	1450	1670
Leistung an den Motorwellen in PS dauernd	2000	2200	1000	1000	1280
Zugkraft am Treibradumfang — Fahrgeschwindigkeit einstündig	12 800 — 49	13 700 — 49	8350 — 42	11 700 — 30	13 200 — 32,5
Zugkraft am Treibradumfang — Fahrgeschwindigkeit dauernd	10 600 — 52	11 300 — 52	5200 — 50	7 500 — 36	9 200 — 36,6
Treibraddurchmesser	1350	1350	1740	1350	1350
Laufraddurchmesser	870	870	1034	—	—
Fester Achsstand	5520	5520	5670	4750	4750
Gesamter Achsstand	17 700	17 700	9890	7750	7750
Länge über Puffer	20 350	20 350	12 810	12 750	12 750
Antrieb: Antriebsart	Stangen				
Zahl der Motoren	2 × 2	2 × 2	1 × 2	3	3
Vorgelege	1 : 3,28	1 : 3,13	1 : 4,21 1 : 3,63	1 : 6,118	1 : 6,118
Gröfster Treibachsdruck t	14,65	15	14,5	15	15,7
Reibungsgewicht t	87,3	89	43,5	75	78,5
Gewicht der mechanischen Teile t	68,5	70	39,3	38	40,8
Gewicht der elektrischen Teile t	46,5	47,6	33,2	37	37,7
Gesamtgewicht t	115	117,6	72,5	75	78,5
Hauptlieferer	Ö. Brown Boveri-Werke		A. E. G.-Union	Ö. Siemens-Schuckert-Werke	
Lieferer der elektrischen Teile	Ö. Brown Boveri-Werke		A. E. G.-Union	Ö. Siemens-Schuckert-Werke	
Lieferer der mechanischen Teile	Wiener Lok.-Fabriks-A. G.		Lok.-Fabr. Steg	Lok.-Fabrik Krauss & Co., Linz	

[1]) Zweierlei Übersetzungen.

gehender behandelt, über die bisher Veröffentlichungen nicht erschienen sind.

Von den Erstausführungen ist zunächst die Lokomotive der Reihe 1100 mit der Achsanordnung 1 C + C 1*) zu erwähnen. Sie ist eine schwere, gut kurvenläufige Schnellzuglokomotive, die in erster Linie für den Bergdienst bestimmt war, derzeit aber auch in der Flachlandstrecke verwendet wird. Sie besitzt zwei Drehgestelle, die mit einer Kurzkupplung verbunden sind. Auf dem Gestell ruhen die Aufbauten. Der Antrieb der Achsen erfolgt von den zwei Motorgruppen mittelst gefederter Ritzel, grofser Zahnräder, Blindwellen und Stangen.

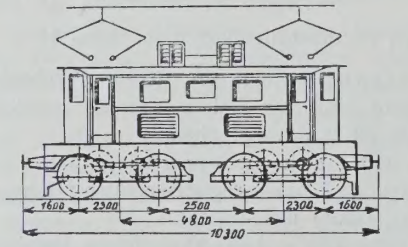


Abb. 8. $B_o + B_o$ Schnell- und Personenzuglokomotive, Reihe 1170.

*) Siehe auch Van Nees, E. u. M. 1923, Seite 361.

Die beiden Triebmotoren einer Gruppe liegen in Reih die beiden Gruppen parallel zwischen einer Anzapfung d Sekundärseite des Haupttransformators, bzw. dem Stufenschalt und dem Erdungspunkte. Der Stufenschalter stellt je nac der Stellung die Verbindung mit den verschiedenen Anzapfunge des Haupttransformators und den Triebmotoren her.

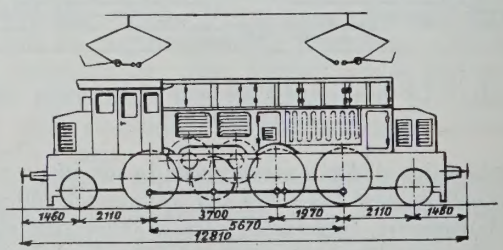


Abb. 9. 1 C 1 Schnell- und Personenzuglokomotive, Reihe 1029

Die in der vorstehenden Übersicht unter Nr. 1a ang führte Lokomotive der Reihe 1100.100 stellt eine Nachbestellu der vorgenannten Lokomotivreihe dar und unterscheidet si

elektrischen Lokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen.

4	5	6	6a	7	8	9	10
1 D_0 1		D		1 D 1	E	$B_0 + B_0$	E
1570	1670	1070	1070.100	1470	1180	1170	1280
4	25	5	5	1	1	10 (+ 4)	22
1925/26	1928/29	1926	1928	1926	1927	1927	1927/28
S. Z.		Verschub		S. u. P. Z.	G. Z.	S. u. P.	G
550 — 10 — 50	800 — 10 — 61	600 — 7,5 — 24	700 — 7,5 — 25	550 — 10 — 51	1000 — 10 — 34	740 — 10 — 35	1500 — 5 — 36,6
17 200	19 400	13 000	15 400	16 000	20 000	16 000	23 800
85	100	40	40	100	67	60	50
2230 1720	3000 2200	720 578	950 775	2000 2000	2000 2000	1400 1130	1900 1550
11 400 — 51 7 240 — 62	11 100 — 67,5 7 750 — 72	7800 — 24 5550 — 26,7	9400 — 25,9 6750 — 29,4	10 800 — 50 10 800 — 50	15 000 — 33,6 15 000 — 33,6	10 400 — 35 8480 — 35	14 500 — 33,6 10 400 — 38,2
1350	1350	1140	1140	1614	1070	1300	1140
1034	1034	—	—	1034	—	—	—
8800 geführt	8800 geführt	3700	3700	5070	3600	4800 geführt	3350
11 000	11 000	5000	5000	10 130	6500	7000	6550
14 000	14 000	9890	10 500	13 190	10 800	10 300	12 000
Einzelachsantrieb (Ö. S. S. W.)		Stangen				Einzelachsantrieb (Sécheron)	Stange
4 × 1	4 × 2	1	1	2	2	4 × 1	1 × 2
1 : 3,82	1 : 3,84	1 : 4,7	1 : 4,7	—	—	1 : 5,87	1 : 3,62
16	16,5	13,7	13,9	15,6	14,7	15,3	16
63,4	66	54,8	55,4	62,2	73,5	61,2	80
52 40 92	51,5 44,5 96	30,2 24,6 54,8	33,4 22 55,4	43 47,2 90,2	30,5 43 73,5	27,4 33,8 61,2	42 38 80
Ö. Siemens-Schuckert-Werke Ö. Siemens-Schuckert-Werke Lok.-Fabrik Krauss & Co., Linz		A. E. G.-Union A. E. G.-Union Wiener Lok.-Fabriks-A.-G.		Wiener Lok.-Fabriks-A.-G. Ganz & Co., Budapest Wiener Lok.-Fabriks-A.-G.		„Elin“ „Elin“ Lok.-Fabrik Wiener Neustadt	A. E. G.-Union A. E. G.-Union Lok.-Fabr. Steg und Wiener Lok.-Fabrik

on dieser nur durch eine um 10 % höhere Motorleistung und ie Erhöhung der betriebsmäfsigen Höchstgeschwindigkeit auf 5 km/h. Bei den Motoren sind die Kompensationswicklung nd die Widerstandsverbindungen zwischen Ankerwicklung und ommutator ausgefallen.

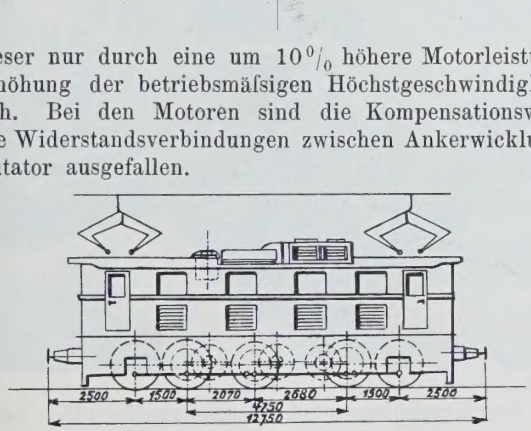


Abb. 10. E Güterzuglokomotive, Reihe 1080.100.

Die Lokomotive der Reihe 1029*) (Übersicht lfd. Nr. 2), chsanordnung 1 C 1, ist eine leichte Personen- und Schnellglokomotive für die Hauptstrecke, aber auch eine Universallokomotive für alle Zuggattungen auf allen Nebenlinien. Der Antrieb erfolgt dadurch, dafs die mittlere Kuppelachse von zwei Triebmotoren über ein gemeinsames beiderseitiges Zahnradvorgelege mittelst Treibstangen angetrieben wird. Die Lokomotive besitzt elektromagnetische Schützensteuerung. Sie ist auch für Vielfachsteuerung eingerichtet, die es ermöglicht, die Steuerung bei Führung zweier Lokomotiven von einem Führerstand aus zu bewirken.

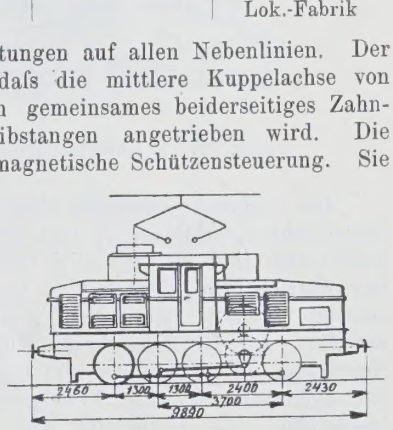


Abb. 11. D Verschiebelokomotive, Reihe 1070.

Als erste Güterzuglokomotive wurde für die Arlbergstrecke eine Lokomotive der Achsanordnung E, Reihe 1080, beschafft (Übersicht lfd. Nr. 3, Abb. 5). Sie besitzt fünf gekuppelte Achsen, von denen jede der drei mittleren von einem Motor mit Tramaufhängung mittels Zahnrädern angetrieben wird, als eine Verbindung von Einzel-

*) Siehe auch Meixner, E. u. M. 1924, Seite 541.

achsantrieb mit Stangenantrieb. Die Steuerung erfolgt durch einen dreiteiligen Stufenschalter.

Dieser Lokomotive im allgemeinen gleich ist die der Reihe 1080.100 (lfd. Nr. 3a, Abb. 10). Sie weist jedoch eine gröfsere Motorleistung auf und ist mit einer elektrischen Widerstandsbremse zur Abbremsung des vollen Lokomotivgewichts ausgerüstet.

Von den zehn, von dieser Bauart bestellten Lokomotiven sind neun bereits abgeliefert. Die zehnte wird als Umformerlokomotive nach dem System der Ö. S. S. W. ausgeführt. Der Einphasenwechselstrom der Fahrleitung wird bei dieser Bauart in einem Haupttransformator mit festem Übersetzungsverhältnis umgespannt und sodann einem Einphasen-Vielphasen-Gleichstromumformer mit regelbarer Gleichspannung zugeführt, welcher die Gleichstromreihenschlufs-Triebmotoren speist. Der Haupttransformator ist ein Öltransformator üblicher Art. Der Umformer ist eine Synchron-Maschine mit elektrischer Durchgangsleitung, entsprechend der Leistungsaufnahme für die Triebmotoren. Die Reihenschlufstriebmotoren können ohne Unterbrechung des Hauptstromkreises auf Bremserregung vom Umformer aus zur Nutzbremsung im Ausmafse der vollen Lokomotivleistung umgeschaltet werden. Die Umformerlokomotive arbeitet mit cos $\varphi = 1$ bei allen Betriebszuständen, kann auch für 50-periodigen Bahnbetrieb gebaut werden, besitzt eine stetige Drehzahlregulierung bei jedem beliebigen Drehmoment und eine einfache Handhabung durch Betätigung eines Handrades vom Führerstand aus.

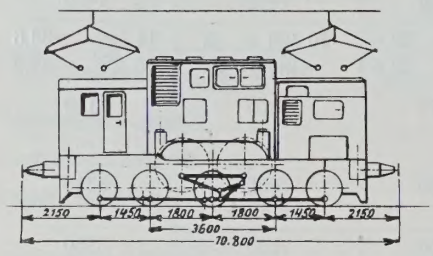


Abb. 12. E Güterzuglokomotive, Reihe 1180.

Als besondere Merkmale der Schnellzuglokomotive der Reihe 1570*), Achsanordnung 1 D_o 1, (lfd. Nr. 4) verdienen besonders hervorgehoben zu werden: Die Verwendung von Motoren mit senkrecht stehenden Wellen und der Einzelachsantrieb (Abb. 14, 15 und 16).

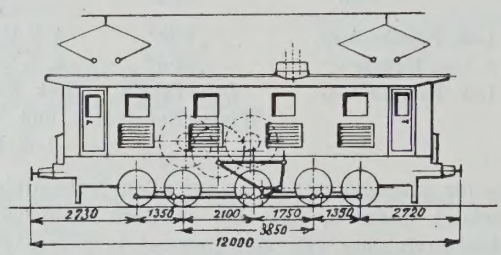


Abb. 13. E Güterzuglokomotive, Reihe 1280.

Die senkrecht stehenden Motoren haben den Vorteil einer hohen Schwerpunktlage, sie ermöglichen eine günstigere Raumausnützung, sind gut zugänglich und lassen sich leicht ausbauen. Der Antrieb erfolgt durch vier im Hauptrahmen sitzende lotachsige Motoren, von denen jeder einzeln eine Treibachse antreibt. Die Übertragung des Drehmomentes geschieht über Kegelräder mit Schraubenverzahnung von der Motorwelle auf eine Hohlwelle. In einer Erweiterung der Hohlwelle sitzt eine bewegliche, das Federspiel und die Drehgestellschwankung aufnehmende Kupplung, die weiters die Radachse durch eine zweiarmige Winkelkurbel antreibt. Dieser Einzelachsantrieb hat den Vorteil, die Kraftübertragung bis zur Treibachse möglichst in der Lokomotivlängsachse zu halten, um störende Schwingungen bei gröfseren Geschwindigkeiten möglichst zu verringern.

Die Laufachsen sind mit der benachbarten Treibachse zu einem Drehgestell vereinigt, dessen Drehpunkt in der Mitte

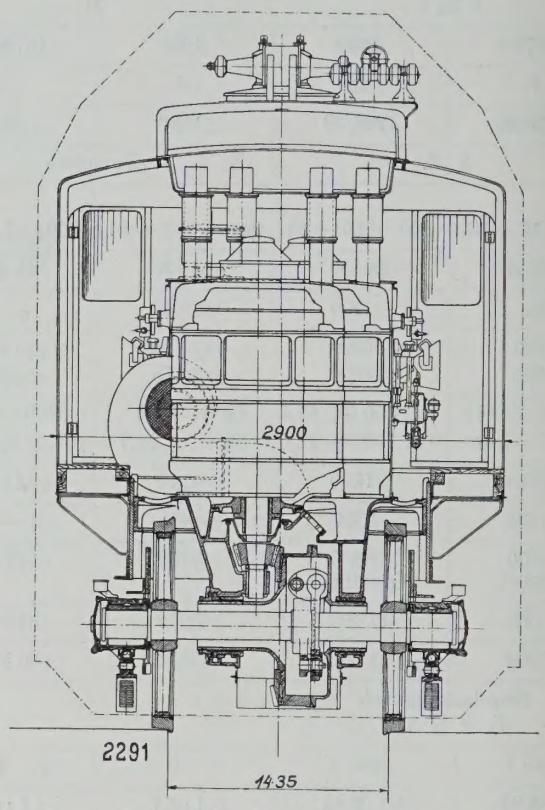


Abb. 14. Antrieb der Schnellzuglokomotive 1 D_o 1, Reihe 1570.

zwischen diesen beiden Achsen liegt. Die Gelenkkupplung mufs daher die sich ergebende Schränkung aufnehmen. Durch Verwendung zweier Drehgestelle von 8,8 m Drehzapfenentfernung wird ein leichtes Durchfahren der Bögen bis 150 m Halbm

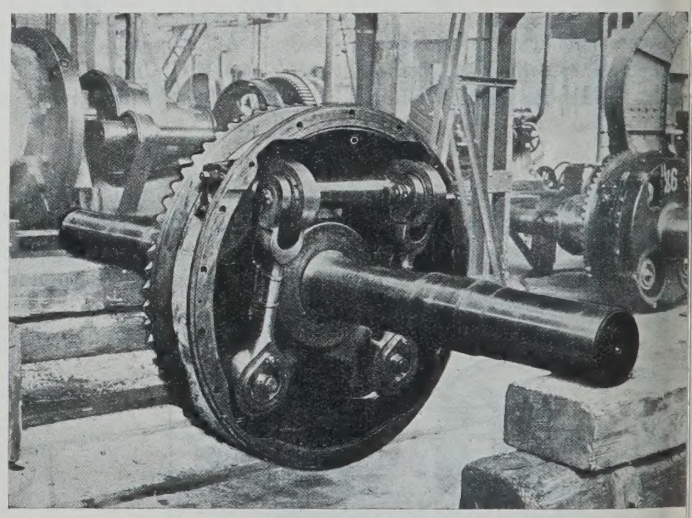


Abb. 15. Gelenkkupplung der Schnellzuglokomotive 1 D_o 1, Reihe 1570

erreicht. Der gute Lauf wird auch dadurch günstig beeinflufst, dafs die Mittelachsen seitenverschiebbar sind und um 10 mm geschwächte Spurkränze besitzen. Die Lokomotive hat also eine feste Achse. Rückstellfedern sind an den Drehgestellen nicht vorhanden.

*) Lorenz, E. T. Z. 1925, Seite 374.

Die Hohlwelle kann samt Radsatz nach unten ausgebaut rden, ebenso ist die Gelenkkupplung nach dem Lösen der iden Hohlwellenteile zugänglich. Die Schmierung der Hohllenlager der Zahnräder sowie auch des Halslagers der Motor-

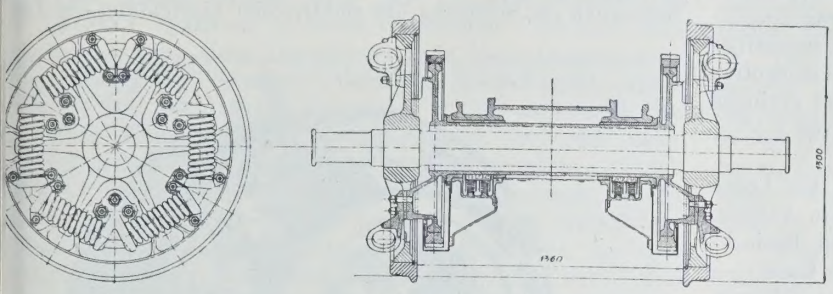


Abb. 16.

Wendefeld ohne Widerstandsverbindungen, vollständig geschlossen und künstlich gekühlt.

Zur Steuerung dienen 16 elektrisch gesteuerte Druckluft-Schützen, die in zwei Gruppen zu je acht angeordnet sind. Eine mechanische Verriegelung sorgt dafür, dafs immer nur ein einziger Schütz jeder Gruppe zur Wirkung kommen kann. Sie besteht aus einer Gelenkkette, welche nur um ein bestimmtes Mafs — einem Hub entsprechend — gestreckt werden kann.

Es befindet sich derzeit eine neue Lokomotive der gleichen Achsanordnung, Reihe 1670 (lfd. Nr. 5), bei den Ö. S. S. W. in Ausführung. Diese Bauart ist mit Doppelmotoren ausgerüstet. Der Antrieb wurde unverändert von der Reihe 1570 übernommen (Abb. 17). Durch Anwendung von Doppelmotoren und Kegelrädern mit geraden Zähnen wird der Achsialschub der

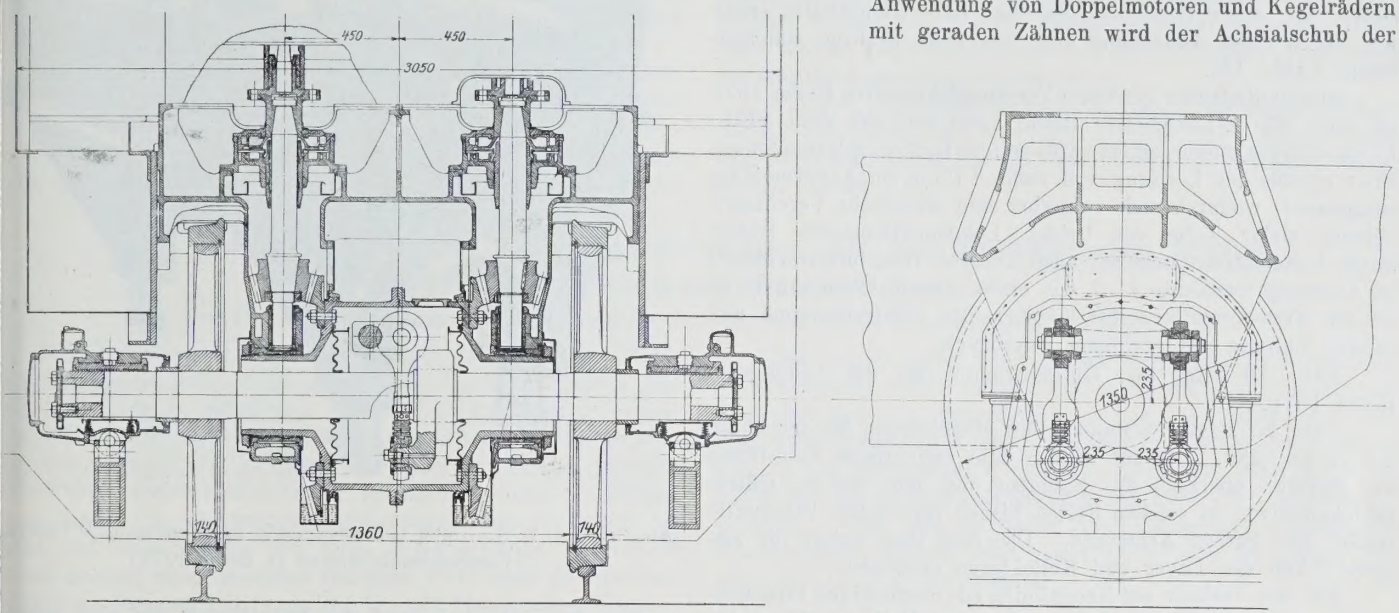


Abb. 17. Einzelachsentrieb, Reihe 1670. Mafsstab 1 : 30.

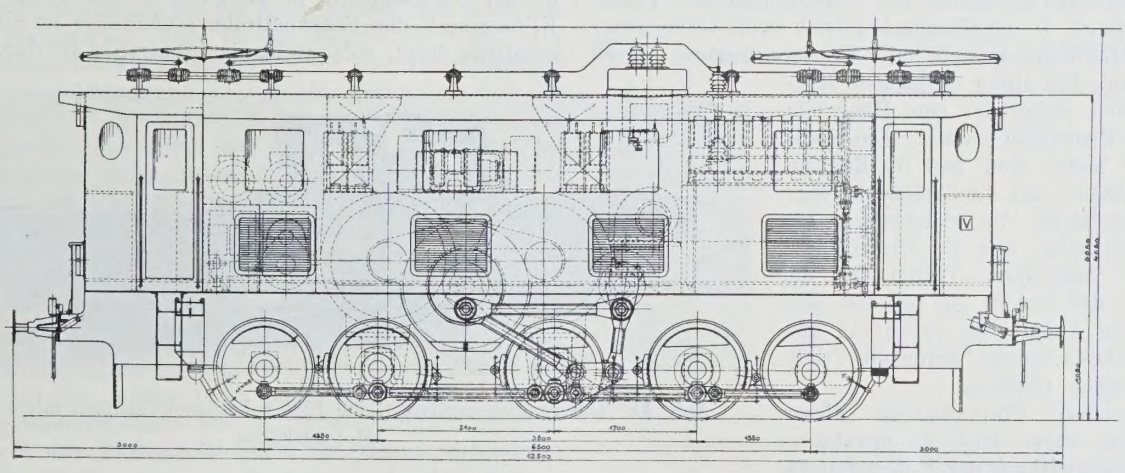


Abb. 18. Schwere Güterzuglokomotive, Achsenanordnung E, Reihe 1280.

ıse geschieht durch Schmierpressen. Jeder Motor besitzt ıbhängig von den anderen eine selbständige Schmierung ; Antrieb. Für die Achslager ist eine Schöpfschmierung gesehen.

Die Motoren sind achtpolige kompensierte Reihenschlufs-llektormotoren, Bauart S. S. W. mit im Nebenschlufs liegendem Rotorwelle und der Hohlwelle sehr klein, so dafs auf eine Schmierung der Hohlwellenlager durch Pressen verzichtet werden kann und Schmierpolster genügen. Die Schmierung der Achslager erfolgt dadurch, dafs durch eine Schöpfscheibe das im Unterteil des Achslagergehäuses angesammelte Öl hochgezogen und im Kreislauf den Lagerschalen zugeführt wird.

Die Verschublokomotive, Reihe 1070, bzw. 1070.100, Achsfolge D, (lfd. Nr. 6), von der bereits fünf Stück geliefert und fünf Stück neu in Auftrag gegeben worden sind (lfd. Nr. 6a), ist die stärkste der bisher in Europa gebauten Lokomotiven dieser Gattung. Sie ist einerseits durch ihren Schrägstangenantrieb, anderseits durch ihre Kommutierungseigenschaften bemerkenswert. Es wird von ihr als Einphasen-Lokomotive die andauernde Beförderung schwerer Züge mit ganz geringer Fahrgeschwindigkeit (600 t über einen Abrollrücken von 7,5 ‰ Steigung mit 2 km/Std.) verlangt.

Als schwere Güterzuglokomotive steht die Lokomotive der Reihe 1280, Achsfolge E (lfd. Nr. 10) in Auftrag. Ihr Antrieb, — ein hochliegender Doppelmotor mit Dreieckantrieb und Gelenkgeradführung nach der Bauart von Kandó — ermöglicht die Einhaltung eines festen Achsstandes von 3850 mm und eines Gesamtachsstandes von 6550 mm, wodurch der Lokomotive ein guter Bogenlauf gesichert ist. Gleichzeitig ergab sich durch diese Anordnung eine besonders kräftige Rahmenbauart (Abb. 18).

Sowohl die früher genannte Verschublokomotive Reihe 1070 als auch die E-Lokomotive Reihe 1280 sind mit dem AEG.-Union-Güterzugmotor, einem zwölf-poligen Reihenschlufsmotor mit einer spezifischen Leistung von rund 3 PS je cm Ankerumfang, ausgerüstet, wodurch sich zwanglos eine organische Vereinheitlichung vieler Teile der beiden Lokomotivbauarten ergibt. Beide Lokomotiven besitzen auch dieselbe Transformatorbauart im Leistungsverhältnis 1 : 2 mit erzwungenem Ölumlauf durch ein am Transformator selbst angebrachtes Kühlrohrsystem und äufsere Lüftung mit geringem Überdruck.

Abb. 19 zeigt den Güterzugmotor für die Lokomotiv-Reihe 1070.

Abb. 20 zeigt den Rahmen mit eingebautem Motorgehäuse der Reihe 1280. Die aus diesem Bild ersichtliche Anordnung der Motoren oberhalb des Rahmens und ohne die bei Güterzuglokomotiven in solchen Fällen bisher verwendete Blindwelle ergibt den kurzen Achsstand. Das Bild läfst weiter die Zugänglichkeit der Lager und Kollektoren erkennen.

Für den Verkehr auf Nebenlinien mit ungünstigen Streckenverhältnissen wurde die Lokomotive der Reihe 1170, Achsanordnung $B_0 + B_0$ in Bestellung gegeben (lfd. Nr. 9, Abb. 8). Sie wird als Drehgestell-Lokomotive mit Einzelachsantrieb Patent Sécheron ausgeführt. Dieser Einzelachsantrieb ist ein verbesserter Westinghouse-Hohlwellenantrieb mit Kraftübertragung durch Schraubenfedern. Ein Motor treibt über beidseitig angeordnete Zahnräder eine Hohlwelle an, welche die Treibachse umfafst. Die Hohlwelle und der Motor sind fest im Rahmen gelagert und können auf die Treibachse über sechs Schraubenfedern, die gleichmäfsig am Umfang verteilt sind, nur ein Drehmoment ausüben. Ein besonderer Vorteil für die Kommutierung des Motors ist es, dafs sich der Anker beim Anlauf um 20° dreht und um diesen Winkel schwingt, bevor die Triebräder in Bewegung kommen.

Als besondere Einrichtungen dieser Lokomotiv-Reihe wären noch zu erwähnen:

Um Generatorwirkung der Motoren durch Fehlschaltungen zu verhindern, wird der Steuerstromkreis in der der Fahrtrichtung entgegengesetzten Richtung durch eine Verriegelungspumpe unterbrochen, so dafs der Führer den Fahrtwender während der Fahrt umstellen kann, ohne dafs eine Umschaltung des Erregerstromes der Triebmotoren zustande kommt.

Die Transformatorenkühlung erfolgt durch Kühlluft, die durch ein Röhrensystem in das Innere des Ölkastens geführt wird. Dadurch ist es möglich, ein sehr günstiges Verhältnis zwischen Gewicht des Transformators und seiner Leistung zu erzielen (Bauart nach Patent Sécheron).

Die Steuerung der Motoren kann sowohl selbsttätig als auch nicht selbsttätig erfolgen. Die selbsttätige Steuerung trägt wesentlich zur Schonung der elektrischen Einrichtung der Loko-

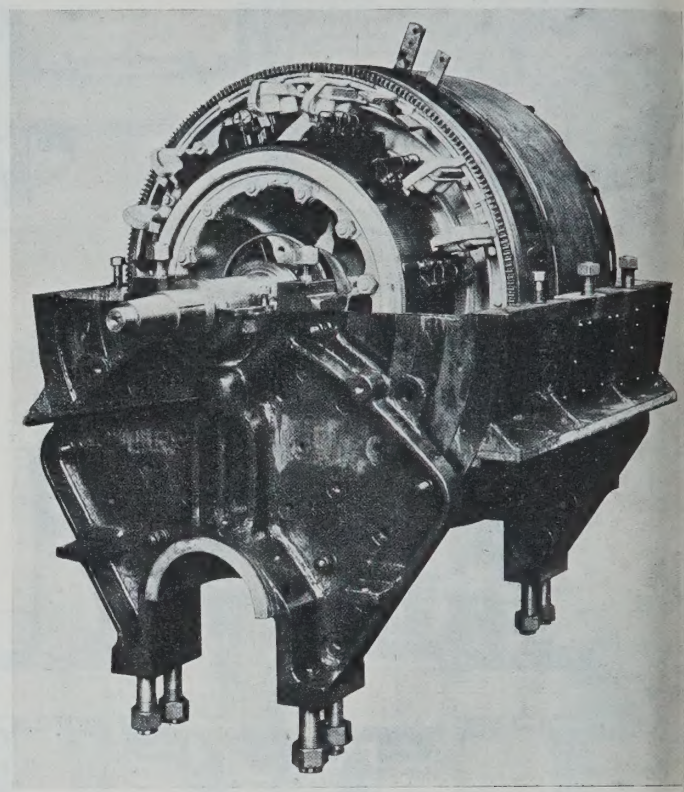


Abb. 19. A. E. G. Union Güterzugmotor in einmotorigem Gehäuse (Verschiebelokomotive D, Reihe 1070.)

motive bei. Hierbei wird die Fahrtkurbel auf eine beliebig gewünschte Fahrstellung gebracht, wodurch ein elektromechanischer Schaltapparat in Tätigkeit gesetzt wird, der über ein Klinkenwerk den Fahrkontroller stufenweise im Sinne des Ausschaltens dreht, solange bis der Kontroller die durch die Fahr-

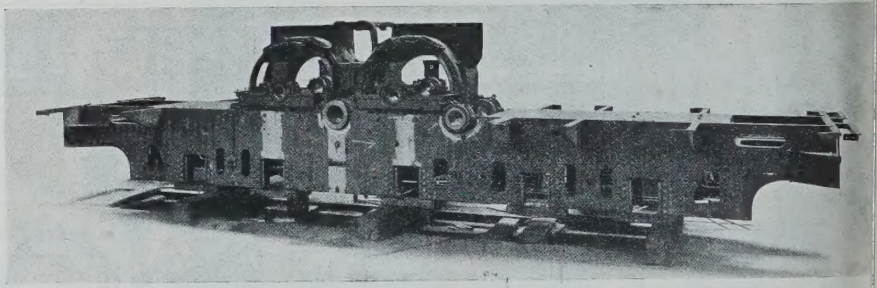


Abb. 20. Güterzuglokomotive, Reihe 1280. Lokomotivrahmen mit eingebautem Motorgehäuse.

kurbel festgelegte Schaltstufe erreicht hat. Um auf Steigung oder bei grofsen Belastungen bei sebsttätiger Steuerung eine rasche Anfahrt zu erzielen, kann durch einen Hebel (Fo schalthebel auf Steigung) mechanisch die selbsttätige Weiterschaltung beschleunigt werden.

Die Lokomotive ist mit einer Totmannkurbel und einem Sicherheitspedal versehen. Aufserdem besitzt sie Vielfachsteuerung und elektrische Bremseinrichtung (Wechselstrom) zur Abbremsung des Lokomotivgewichtes.

Die in der Übersicht (lfd. Nr. 7 und 8) angegebenen okomotiven der Achsfolge 1 D 1 und E, Reihe 1470 und 1180 nd Phasenumformer-Lokomotiven und stellen Probeausführungen ar. Bei diesem System wird der Einphasenwechselstrom on 15 000 V Spannung in einen rotierenden Umformer ohne wischenschaltung eines Transformators in Mehrphasenwechsel- rom niedrigerer Spannung derselben Periodenzahl umge- andelt. Der Ständer des Umformers ist zu diesem Zwecke it einer Einphasenhochspannungswicklung und mit einer ntinuierlichen Niederspannungswicklung versehen. Durch eeignete Anzapfungen dieser letzteren wird je nach der zu zielenden Fahrgeschwindigkeit zwei-, drei- oder vierphasiger echselstrom abgenommen entsprechend einer 12-, 8-, oder poligen Schaltung der beiden Hauptmotoren. Bei der 8- und 2-poligen Schaltung werden die Motoren auch in Kaskaden- haltung benützt, so dafs sich zusammen fünf Drehzahlen der otoren und daher fünf wirtschaftliche Fahrgeschwindigkeiten geben.

Für den Verkehr auf Strecken mit dichterem Lokalver- hr ist die Beschaffung von vierachsigen elektrischen Trieb- otorwagen beabsichtigt. Für diese Triebwagen liegen ohl die Grundlagen fest, doch ist eine Vergebung bisher noch cht erfolgt. In Verbindung mit den Triebwagen sollen auch Steuerungswagen, die mit einem Führerstand versehen sind, bestellt werden, so dafs durch Einschiebung von Beiwagen zwischen den Trieb- und Steuerungswagen ständige Zugeinheiten geschaffen werden können, bei denen Verschubbewegungen in den Umkehrstationen vermieden werden.

Der Ausbesserungsdienst der elektrischen Lokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen verteilt sich auf die Hauptwerkstätte in Linz und auf die den betreffenden Zugförderungsleitungen angegliederten Betriebswerkstätten in Innsbruck, Bludenz und Attnang-Puchheim, die bereits im vollen Betrieb stehen und zu welchen noch eine Betriebswerkstätte in Salzburg hinzukommen wird.

Während in der Hauptwerkstätte Linz die mit einem vollständigen Zerlegen der elektr. Lokomotiven verbundenen Hauptausbesserungen, ferner auch die Wiederinstandsetzung der Trieb- und Hilfsmotoren, Transformatoren, Schaltapparate usw. durchgeführt werden, dienen die Betriebswerkstätten hauptsächlich dazu, alle im regelmäfsigen Betrieb vorkommenden laufenden Instandsetzungsarbeiten vorzunehmen.

Für alle genannten Werkstätten wurden die entsprechenden Räume geschaffen, die mit den erforderlichen Einrichtungen und Werkzeugmaschinen für den elektrischen Betrieb ausgestattet worden sind.

Betriebsergebnisse und Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Hofrat Ing. **Eichberg**, Bürovorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Von den durch das Gesetz vom 23. Juli 1920 zur Elek- isierung bestimmten Vollbahnlinien in Österreich wurde der ektrische Betrieb zuerst auf der rund 26 km langen Strecke nsbruck—Telfs am 22. Juni 1923 aufgenommen. Seither sind er Jahre vergangen, in denen sich eine Teilstrecke nach der ıdern den bereits elektrisierten anreihte, so dafs zu Beginn eses Jahres die elektrische Zugförderung von Innsbruck bis ıchs auf eine Strecke von rund 175 km Länge ausgedehnt erden konnte, wozu im ersten Halbjahr 1927 noch die Strecken eldkirch—Bregenz mit rund 38,5 km und Innsbruck—Wörgl— ufstein mit rund 74 km kamen.

Die Inbetriebnahme der einzelnen Teilstrecken ging Hand in and mit der Fertigstellung der der Energieversorgung dienenden raft- und Unterwerke. Das in den Jahren 1909 bis 1912 it zwei Turbinensätzen von je 4000 PS für die Mittenwaldbahn baute und nach Aufstellung eines dritten Satzes von 8000 PS ı 26. April 1923 im erweiterten Umfang in Betrieb genommene uetzwerk deckt im Verein mit dem in Vorarlberg bei anöfen errichteten Spullerseewerk, dessen drei Turbinensätze sammen 24000 PS leisten, den Energieverbrauch der voran- führten Strecken und der bereits seit dem Jahre 1912 im etrieb befindlichen Mittenwaldbahn. Das Ruetzwerk ist seiner nlage nach ein ausgesprochenes Grundbelastungswerk und hat ch als solches im bisherigen Betriebe in durchaus zufrieden- ellender Weise gearbeitet. Der Wasserzufluſs ist in den Winter- onaten am ungünstigsten und sank beispielsweise im März 1925 2 m^3/Sek. und im Januar 1926 auf 2 m^3/Sek. Der Zufluſs ährend der Sommermonate beträgt rund 5 m^3/Sek. und ist grenzt durch die Fassungsfähigkeit des Oberwasserstollens.

Die gesamte, dem aus zwei Becken bestehenden und zu- mmen 6600 m^3 grofsen Wasserschlofs des Ruetzwerks zuge- ssene Wassermenge, betrug im Jahre 1925 128890000 m^3, n denen 71692000 m^3 d. s. 55,6% ausgenützt wurden, während ı Jahre 1926 von den zufliefsenden 145553000 m^3 93986000 m^2, s. 64,5%, verbraucht wurden. Die Energieabgabe war im hre 1925 : 22412000 kWh und im Jahre 1926 : 26108000 kWh. ie dem Wasserschlofs des Ruetzwerks im Jahre 1926 monat- ch zugeflossenen und hiervon ausgenützten Wassermengen igt Abb. 1.

Das am 29. April 1925 in Betrieb gesetzte Spullerseewerk ist mit seinem um 30 m auf 1825 m Meereshöhe künstlich aufgestauten See ein ausgesprochenes Jahresspeicherwerk. Der Spullersee wurde durch eine südliche Betonmauer von 63000 m^3 und 278 m Kronenlänge und eine nördliche Sperrmauer von 24000 m^3 auf einen Fassungsraum von rund $13^1/_2$ Millionen m^3 gebracht. Von der im Jahre 1925 insgesamt zugeflossenen Wassermenge wurden rund 2105000 m^3 und im Jahre 1926 rund 5171000 m^3 verbraucht.

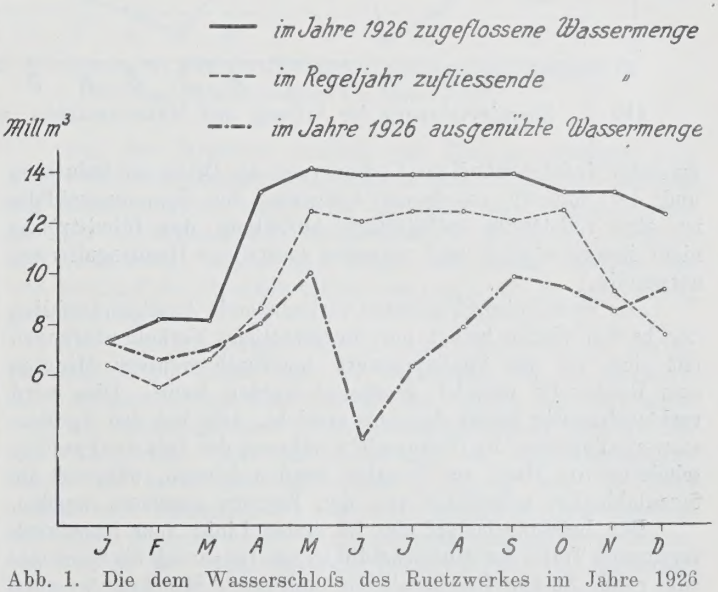


Abb. 1. Die dem Wasserschlofs des Ruetzwerkes im Jahre 1926 zugeflossenen und ausgenützten monatlichen Wassermengen.

Der bisher während zwei Jahren geführte Parallelbetrieb dieser beiden Kraftwerke hat gezeigt, dafs die Werke im allgemeinen klaglos zusammenarbeiten, obwohl Turbinen- und Spannungsregler verschiedener Bauart sind. Die Lastaufteilung wurde von dem Grundsatz geleitet, dafs das Ruetzwerk als Grundbelastungswerk bis zur Grenze seiner Leistungsfähigkeit

(im Sommer gegeben durch die Transformatorenscheinleistung, im Winter durch den Wasserzufluſs) zu belasten ist und das Spullerseewerk den darüber hinausgehenden Leistungsbedarf zu decken hat. Um diesem Grundsatz zu entsprechen, wird der Ungleichförmigkeitsgrad der Turbinen im Ruetzwerk möglichst klein ($1^1/_2\,\%$) und im Spullerseewerk groſs ($4^1/_2\,\%$) eingestellt, so daſs erst bei voller Belastung der jeweils laufenden Maschinen im Ruetzwerk das Spullerseewerk nennenswerte Wirkleistungen abgibt. Daraus ergibt sich, daſs das Spullerseewerk während der Zeit reichlicherer Wasserführung im Ruetzbach, d. i. von Ende April bis Ende November, fast nur Belastungsspitzenenergie zu liefern hat, während in der übrigen Zeit auf das Spullerseewerk auch ein namhafter Teil der Grundbelastung entfällt.

Um wasserwirtschaftlich die bestmögliche Ausnützung des Ruetzbaches zu erreichen, wird dort der $\cos\varphi$ möglichst hoch gehalten und der überwiegende Teil der Blindleistung vom Spullerseewerk abgegeben. Die Aufteilung des Blindstromes wird durch entsprechende Einstellung der Kompoundierung an den selbsttätigen Spannungsreglern in den beiden Kraftwerken

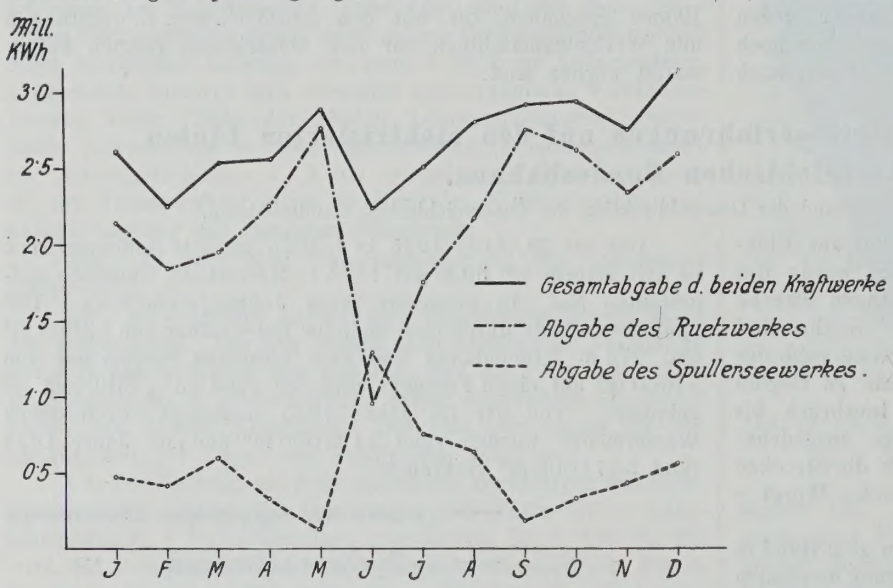


Abb. 2. Energieverbrauch der Arlberg- und Mittenwaldbahn im Jahre 1926.

erreicht. Infolge ständiger Veränderung des Ortes der Belastung und der dadurch gegebenen Änderung der Spannungsabfälle ist eine vollständig selbsttätige Aufteilung des Blindstromes nicht immer möglich und zeitweise zusätzliche Handregulierung notwendig.

Das verhältnismäſsig selten vorkommende Auseinanderfallen der beiden Werke bringt nur unwesentliche Verkehrsstörungen mit sich, da das Spullerseewerk innerhalb weniger Minuten zum Ruetzwerk parallel geschaltet werden kann. Dies wird verhältnismäſsig leicht dadurch erreicht, daſs bei den Spullerseewerk-Turbinen die Düsennadeln während der Zeit des Parallelschaltens von Hand aus betätigt werden können, während die Strahlablenker selbsttätig von den Reglern gesteuert werden.

Der Leistungsbedarf des in erster Linie vom Ruetzwerk versorgten Teiles der Mittenwaldbahn von Innsbruck bis Scharnitz mit rund 33 km Streckenlänge und der Strecken westlich von Innsbruck betrug im Jahre 1926: 32200000 kWh bzw. 64000000 kVAh, woran das Ruetzwerk mit 26100000 kWh bzw. 29000000 kVAh beteiligt war. Gegenüber dem Jahre 1925, in welchem der kWh-Verbrauch 24300000 und der kVAh-Verbrauch 48600000 betrug, bedeutet dies eine Zunahme um 7900000 kWh bzw. 15400000 kVAh, wobei die Länge der elektrisierten Strecken, auſser der Mittenwaldbahn, von 136 km auf 175 km stieg. Die monatlichen Energieabgaben der beiden Kraftwerke im Jahre 1926 sind aus Abb. 2 zu ersehen. Das Spullerseekraftwerk wurde im Mai stärker zur Energieabgabe herangezogen, um die reichlichen Zuflüsse infolge der Schneeschmelze, welche sonst über den Überfall in der Südsperre abgelaufen wären, nutzbringend zu verwerten.

Die im Jahr 1926 von den beiden Kraftwerken insgesamt abgegebenen 32200000 kWh dienten zur Deckung des Kraftbedarfs für die Förderung von 506403000 Gesamtlastkilometer, so daſs für 1000 Gesamtlastkilometer einschlieſslich aller Verluste in den Übertragungsleitungen, den Unterwerken und den Fahrleitungsanlagen im Durchschnitt 63,5 kWh notwendig waren. Die Verkehrsleistungen und den Energieverbrauch der Arlbergbahn für 1000 Gesamtlastkilometer in den einzelnen Monaten zeigt Abb. 3.

Die mittlere Belastung beider Werke zusammen hat im Jahre 1926: 3675 kW und die gleichzeitig aufgetretene Höchstbelastung 14000 kW betragen, woraus sich das Verhältnis von Höchstbelastung zur Jahresdurchschnittsbelastung mit 3,8 ergibt. Das Verhältnis der mittleren Belastung in kVA zur installierten Dauerleistung in kVA betrug für das Ruetzwerk im Jahre 1926 0,43 und für das Spullerseewerk 0,556.

Mit dem Weiterschreiten der Elektrisierung und der Zunahme des zu versorgenden Streckenbereichs werden diese Verhältniszahlen und die Ausnützung der beiden Werke wesentlich günstiger werden, da nicht nur der Kraftverbrauch gröſser sondern auch der Belastungsverlauf gleichmäſsiger wird.

Die bisherigen Erfahrungen mit den beiden Werken haben gelehrt, daſs Anordnung und Ausrüstung der Anlagen den an sie gestellten Anforderungen des oft schwierigen Bahnbetriebs voll gewachsen sind. Maschinen und Apparate haben klaglos gearbeitet und Abschalten of schwerer Kurzschlüsse einwandfrei vertragen.

Der in den Kraftwerken erzeugte Einphasenwechselstrom von $16^2/_3$ Perioden und 3000 bis 3300 Volt im Ruetzwerk und 6000 bis 6600 Volt im Spullerseewerk wird auf 50 bis 55 kV hinauftransformiert und in den entlang der Bahnlinie aufgestellten Unterwerken auf die Verbrauchsspannung von 15 kV herabgesetzt. Der Verbindung der Kraft- und Unterwerke untereinander dient eine 55 kV-Übertragungsleitung, die mit Ausnahme eines verhältnismäſsig kurzen Stückes bei Feldkirch durchweg als Freileitung ausgeführt ist und vom Ruetzwerk nach Westen — zum gröſseren Teil abseits der Bahn — über das Spullerseewerk zum Unterwerk Feldkirch geht und nach Osten zu den noch im Bau befindlichen Kraft- und Unterwerken geführt wird. Im ersten Halbjahr 1927 waren rund 230 km Übertragungsleitung im Betrieb. Die entsprechend der Wichtigkeit einer völlig betriebssicheren Energieübertragung erfolgte Wahl des Leitungsweges und Ausführung der Leitungen hat sich bestens bewährt. Als Leitungsmaterial für diese Leitungen stehen westlich von Innsbruck $2 \times 50\ \text{mm}^2$ Kupferseil und in den Hochgebirgsstrecken $2 \times 70\ \text{mm}^2$ Kupfer- bzw. in der Teilstrecke, die über den Arlbergpaſs führt, $2 \times 95\ \text{mm}^2$ Bronzeseil und östlich von Innsbruck $2 \times 70\ \text{mm}^2$ und $2 \times 95\ \text{mm}$ Kupferseil in Verwendung. Die Übertragungsleitung ist in einzelne Abschnitte zerlegt, deren Trennung in den Unterwerken durch Trennschalter erfolgen kann. Auch auf den freien Strecken sind an einzelnen Stellen leicht lösbare Verbindungen vorgesehen, um die Aufsuchung und Behebung von Störungen zu erleichtern.

Im Jahre 1925 waren auf der Übertragungsleitung der Arlbergbahn drei Leiterrisse zu verzeichnen, von denen einer durch Baumfällen verursacht wurde. Alle drei Störungen fielen in die Wintermonate. Im Jahre 1926 wurden auf der Über-

ragungsleitung sechs Störungen verursacht, eine durch Baumällen und zwei durch Zertrümmerung von Isolatoren aus unekannten Ursachen.

Da bei auftretenden Fehlern an den 55 kV-Leitungen das estörte Leitungsstück zwischen Kraft- und Unterwerk bzw. wischen zwei Unterwerken innerhalb kürzester Zeit ausgechaltet und die Verbindung und damit der Synchronbetrieb ber die 15 kV-Seite aufrecht erhalten werden kann, dauern ie wenigen durch Störungen an der Übertragungsleitung herorgerufenen Betriebsunterbrechungen nur kurze Zeit. Infolge es teilweise unwegsamen Geländes stellen, besonders im Winter, ie Überprüfung und Instandhaltung der Übertragungsleitung rofse körperliche Anforderungen an die Bediensteten.

Der letzte Teil der im Unterwerk Feldkirch vom Spullerewerk her einmündenden Übertragungsleitung ist als Kabel isgeführt. Diese Erstausführung eines 60 kV-Kabels in Österich, bestehend aus zwei bleiumhüllten nicht gepanzerten trängen, hat sich im Betrieb bestens bewährt und bisher allen rwartungen voll entsprochen.

Von den zur unmittelbaren Versorgung der Linie Salzurg—Buchs (Bregenz) und Innsbruck—Brenner vorgesehenen völf Unterwerken, waren zu Beginn des Jahres 1927 sechs n Betrieb. Vier hiervon und zwar die für die Strecke Innsruck—Landeck errichteten Unterwerke in Zirl und oppen und die beiden an den Rampen des Arlberg elegenen Werke Flirsch und Danöfen sind Gebäudeationen, während die Unterwerke Feldkirch und all i. T. der in Österreich zum erstenmal für Bahnetrieb ausgeführten Halbfreilufttype angehören. Jedes nterwerk ist mit zwei oder drei Transformatoren von 900 bis 2400 kVA Dauerleistung bei entsprechender berlastungsfähigkeit ausgerüstet. Die Dimensionierung er Transformatoren nach Zahl und Gröfse hat sich s völlig ausreichend ergeben. Der jedem Unterwerk ir Versorgung zugewiesene Streckenabschnitt beträgt nd je 40 km. Diese Entfernung gewährleistet die neingeschränkte Verkehrsabwicklung auch dann, wenn nes der Unterwerke abgeschaltet werden mufs, da e Stromversorgung ohne allzu grofse Spannungsabfälle n den beiden Nachbarunterwerken übernommen erden kann.

Die auf der Strecke Innsbruck—Buchs bzw. regrenz in den Unterwerken eingebaute Leistung trägt je km im Mittel 120 kVA, die mittlere Belastung nd 30 kVA, wonach sich ein Ausnutzungsfaktor von 0,25 gibt.

Die an das Netz abgegebenen Energiemengen des Talnterwerkes in Roppen betrugen im Jahr 1925 3807000 kWh. ie mittlere Belastung war 435 kW (970 kVA), die Höchstlastung 2800 kW (3700 kVA). Im Jahre 1926 stieg der rbrauch in dem genannten Unterwerk auf 4664000 kWh, i einer mittleren Belastung von 531 kW (1100 kVA) und ner Höchstbelastung von 4400 kW (5900 kVA). Die inallierte Transformatoren-Dauerleistung beträgt 2×1900 kVA.

Die beiden Rampenunterwerke in Danöfen und Flirsch, n denen das erstere die Westrampe mit 31,4 ‰ durchngiger Steigung, das andere die Ostrampe mit maximal 5,4 ‰ mit Strom zu versorgen hat, sind mit Transformatoren n je 2400 kVA Dauerleistung ausgerüstet und zwar Danöfen it zwei und Flirsch mit drei Stück. Die Energieabgabe des nterwerkes Danöfen, dessen Speisebereich normal von St. Anton s Bludenz reicht, betrug im Jahr 1926 7377500 kWh, bei ner mittleren Belastung von 845 kW (1400 kVA) und einer öchstbelastung von 7500 kW (9400 kVA). Das Verhältnis r Höchstbelastung zur Jahresdurchschnittsbelastung hat im hre 1926 in den einzelnen Unterwerken Zirl, Roppen, Flirsch d Danöfen betragen: 9,8, 8,2, 12,4 und 8,9. In Abb. 4 sind die Schaubilder für die mittlere Belastung der Unterwerke Roppen und Danöfen im Jahre 1926 wiedergegeben.

Das Unterwerk Feldkirch wurde am 6. 8. 1926, das Unterwerk Hall i. T. am 21. 2. 1927 dem Betrieb übergeben, so dafs sich vergleichende Belastungszahlen noch nicht anführen lassen. Die Anordnung dieser Unterwerke — die 50 kV-Anlage im Freien, der 15 kV-Teil im Erdgeschofs und im ersten Stock des Gebäudes — hat sich bisher sehr gut bewährt. Die offene Bauweise hat auch im Winter 1926/27 zu keinen Störungen Anlafs gegeben.

Die Unterwerke speisen über selbsttätige Ölschalter die Fahrleitungsanlagen mit 15 kV. Als Fahrdraht wird in den Hauptgleisen Kupferprofildraht von 100 mm² Querschnitt und in den Nebengleisen von 65 mm² verwendet. Die auf der ersten Teilstrecke Innsbruck—Telfs in Nebengleisen auf kleinen Bahnhöfen vorgenommenen Versuche mit Eisendraht haben kein günstiges Ergebnis gezeigt, so dafs im weiteren Verlauf der Elektrisierung nur Kupferfahrdraht zur Verwendung gelangte. Auf den Arlbergstrecken wurden zwei Fahrleitungsbauarten ausgeführt, die eine mit Kettenaufhängung und Hilfstragdraht, die andere ohne Hilfstragdraht bei Befestigung des Fahrdrahtes durch lotrechte Drähte an dem durch freihängende Rollen getragenen Tragseil unter Verwendung von Hängeisolatoren.

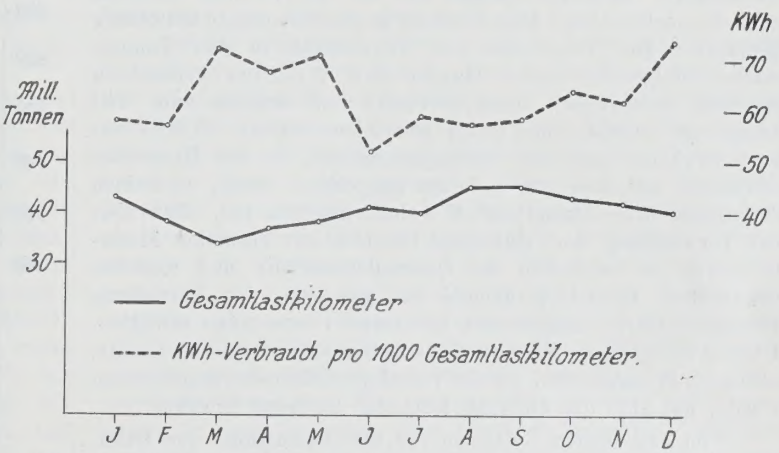


Abb. 3. Arlbergbahn: Verkehrsleistungen und Energieverbrauch für 1000 Gesamtlastkilometer im Jahre 1926.

Auf den Strecken westlich von Bludenz gelangte eine neue Fahrleitungsbauart, gekennzeichnet durch einfache Isolation mit Motorisolatoren, drehbaren Auslegern und vergleichsweise geringer Entfernung der Stützpunkte (60 m in der Geraden) zur Ausführung, welche sich bisher vollkommen bewährt hat und auch auf den Strecken östlich von Innsbruck zur Anwendung gelangen wird.

Um den Spannungsabfall in der Fahrleitung so gering als möglich zu halten und zur Umgehung von in Störungsfällen ausgeschalteten Fahrleitungsteilen, laufen bei eingleisigen Strecken Speiseleitungen (Verstärkungsleitungen) parallel mit der Fahrleitung. Bei der Erstellung der Fahrdrahtanlagen wurde der durch die zahlreichen Isolatoren und die hohe mechanische Beanspruchung gegebenen grofsen Störungsmöglichkeit durch besondere Güte der Ausführung Rechnung getragen, was sich in der verhältnismäfsig geringen Zahl von Störungen zeigt. Ölschalter mit in Reihe geschalteten Widerständen und Amperemetern dienen zum Fehlersuchen und werden an Stelle der herausgefallenen Speiseschalter als Prüfschalter verwendet, derart, dafs durch systematisches Unterteilen der ganzen Fahrleitungsanlage das gestörte Leitungsstück herausgefunden wird, wobei das Prüfamperemeter die erfolgte Abtrennung des Fehlers anzeigt. Die 15 kV-Schalter lösen wesentlich häufiger als die 50 kV-Schalter. Die durchschnittliche Zahl der 15 kV-Schalter-

lösungen betrug im Jahre 1926 je Unterwerk rund neun im Monat und war in dem dem Westbahnhof Innsbruck nächstgelegenen Unterwerk Zirl am gröfsten.

An Überspannungsschutzapparaten sind in den Kraft- und Unterwerken, in den Speisebereich-Trennstellen und teilweise auch in den Bahnhöfen Hörnerableiter mit Ölwiderständen vorhanden. In einigen Bahnhöfen wurden versuchsweise Hörnerableiter mit Carbosilit-Widerständen verwendet, welche jedoch bei auftretenden Überspannungen in Einzelfällen zertrümmert wurden und gegen Ölwiderstände ausgewechselt werden mufsten. Versuchsweise wurde in Bludenz ein nach dem System Bendmann gebauter Wädenswil-Überspannungsschutzapparat mit Zähleinrichtung eingebaut, über dessen Güte sich ein abschliefsendes Urteil noch nicht geben läfst. Der Apparat spricht zwar sehr häufig an, doch ist auch ein Überschlag unmittelbar neben ihm infolge atmosphärischer Überspannungen erfolgt.

Die Nachspannung für Fahr- und Tragdraht erfolgt jetzt allgemein mit einem Leitungszug von 600 kg selbsttätig durch Gewichte. Die an einzelnen Stellen eingebaut gewesene Kurbelnachspannung hat bei starken Temperaturschwankungen nicht entsprochen und wurde ausgewechselt.

Die auf der ersten Teilstrecke von Innsbruck bis Telfs stellenweise aufgestellten Holzmaste haben infolge Verziehens wiederholte Nachregulierungen an der Fahrleitung, teilweise auch die nachträgliche Auswechslung gegen Eisenmaste notwendig gemacht. Die Tragwerke der Fahrleitung in den Tunnels waren infolge des durch längere Zeit geführten gemischten Betriebs stellenweise stark verrostet und mufsten zum Teil ausgebaut, entrostet und frisch gestrichen werden. Hierbei sei auch erwähnt, dafs die Leitungsausrüstung in den Bahnhöfen soweit sie mit doppelter Isolation ausgeführt wurde, zu keinen Störungen beim Dampfbetrieb Anlafs gegeben hat, dafs aber bei Verwendung der einfachen Isolation mit normalen Motorisolatoren in Bahnhöfen mit Querseilausrüstung und zeitweise gemischtem Betrieb manchmal bei gewissen, der Verrufsung besonders stark ausgesetzten Isolatoren Überschläge erfolgten. Überall dort jedoch, wo rein elektrisch gefördert werden konnte, also auch in Bahnhöfen, wo der Verschub elektrisch vorgenommen wurde, hat sich die einfache Isolation durchaus bewährt.

Von den beiden Systemen für die Ausrüstung der Bahnhöfe, der Querseil- und der Querjoch-Aufhängung hat sich erstere infolge der besseren Durchsichtigkeit als die günstigere ergeben, weshalb diese Anordnung in den noch zu elektrisierenden Bahnhöfen im allgemeinen Verwendung finden wird, wobei die jetzige Regelausführung Doppeltragseile vorsieht.

Die im April 1924 teilweise und im Juli 1925 zur Gänze dem elektrischen Betrieb übergebene 107 km lange Salzkammergutbahn nimmt unter den bisher elektrisierten Linien, insofern eine Sonderstellung ein, als für die Speisung nur das bahnfremde, ungefähr in der Mitte der Strecke gelegene Kraftwerk Steeg mit zwei Einphasenwechselstrom-Generatoren für je 1500 kVA Dauerleistung vorhanden ist. Die Energie wird vom Kraftwerk durch eine Doppelleitung von rund 1160 m Länge, mit der Fahrdrahtspannung dem Schalthaus Steeg und von hier unmittelbar den Fahrleitungsanlagen zugeführt. Übertragungsleitungen und Unterwerke sind also keine vorhanden. Die im Schalthaus Steeg ursprünglich eingebauten Ölschalter haben sich infolge der dem schweren Bahnbetrieb nicht völlig entsprechenden Bauart bzw. Abmessungen nicht bewährt und mufsten durch solche gröfserer Abschaltleistungen ersetzt werden. Für die rasche Auffindung von Fehlern in Störungsfällen ist, wie in den Unterwerken der Arlbergbahn, ein eigener Prüfschalter vorhanden.

Wie auf den Strecken westlich von Innsbruck laufen auch auf der Salzkammergutlinie parallel mit dem Fahrdraht von Attnang-Puchheim bis Bad Aussee Verstärkungsleitungen, wodurch die Spannungsabfälle an den Endpunkten nur bei ungünstigen Belastungsverhältnissen 10% erreichen, so dafs da die Spannung im Werke dauernd über 16 kV gehalten wird die Spannung in diesen Endpunkten nur selten erheblich unter 15 kV sinkt.

Die Ausführung der Fahrleitungsanlagen mit leichtem Gestänge unter teilweiser Verwendung von Holzmasten und einfacher Isolation hat sich bis auf verhältnismäfsig geringe Anstände durchaus bewährt. Auf einzelnen Teilstrecken mufsten Bronzeklemmen infolge ihrer Brüchigkeit gegen solche aus Temperguls ausgewechselt werden. Starke Verrostungserscheinungen die an den Eisenteilen infolge Verschiebedienst mit Dampflokomotiven, Sinterbildung in den Tunnels und in der Nähe von Salinen aufgetreten sind und sich besonders bei den Eisenschrauben in unangenehmer Weise fühlbar machen, haben die Vornahme von Versuchen mit Schrauben aus rostfreiem Stahl veranlafst. Diese Versuche haben ein durchaus befriedigendes Ergebnis gezeigt, da die Lebensdauer an den gefährdeten Stellen etwa das vierfache der der gewöhnlichen Eisenschrauben beträgt so dafs die hohen Anschaffungskosten reichlich hereingebracht werden. Über die Güte der bei den eisernen Tragwerken in

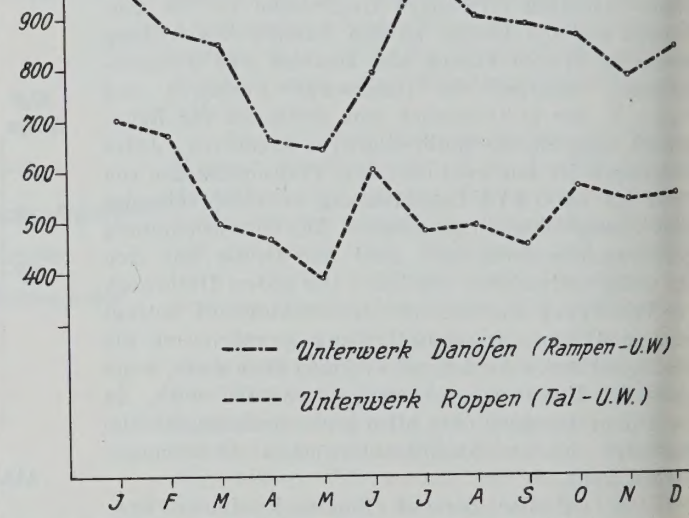


Abb. 4. Mittlere Belastung zweier Unterwerke im Jahre 1926.

den Tunnels zur Verwendung gelangenden verschiedenen Rostschutzmittel läfst sich ein abschliefsendes Urteil noch nicht fällen.

Auf der Strecke von Bad Aussee bis Ebensee verwendete Abspann- und Stützisolatoren mufsten wegen fortgesetzter Überschläge durch Stab- und Delta-Isolatoren ersetzt werden. Eine grofse Zahl der Holzmaste mufste im Laufe des letzten Betriebsjahres ausgetauscht oder durch Beimaste verstärkt werden, da die Fahrleitung infolge Verziehens der Holzmaste verschoben wurde, was dauernd Nachregulierungen notwendig machte.

An Überspannungsschutzapparaten sind auf der ganzen Strecke 18 Stück vorhanden, von denen fünf im Schalthause sieben in eigenen Häuschen und die übrigen auf den Schaltgerüsten der Bahnhöfe angebracht sind. Die im Schalthaus und in den Häuschen untergebrachten Schutzapparate haben Ölwiderstände, die im Freien aufgestellten Carbosilitwiderstände welche jedoch ebenso wie auf der Arlbergbahn ausgewechselt werden mufsten. In der Station Attnang-Puchheim wurde ein Wädenswil-Überspannungsschutzapparat der gleichen Type wie in Bludenz eingebaut, der innerhalb zweier Jahre fast 700 mal angesprochen hat, da er schon verhältnismäfsig kleine Überspannungen ableitet und die Strecke nächst Attnang-Puchheim erfahrungsgemäfs ganz besonders gewitterreich ist. Um ein klareres Urteil über den Wert dieser Wädenswil

Apparate zu erhalten, werden versuchsweise noch andere Apparate dieser Bauart und zwar in besonders gewitterreichen Strecken der Salzkammergutbahn eingebaut werden, wobei schon die Erfahrungen dieses Sommers verwertet werden sollen.

Der Verbrauch an elektrischer Energie ab Kraftwerk Steeg betrug im Jahre 1926 6159300 kWh, die höchste Tagesarbeit 1800 kWh, die geringste 11100 kWh und die Jahresdurchschnittsleistung 700 kW. Da die gröfste vorgekommene Spitzenleistung 5600 kW war, ergibt sich das Verhältnis von Jahresdurchschnittsleistung zur Spitzenleistung mit 1 : 8, ein vergleichsweise ungünstiges Verhältnis, das aber bedingt ist durch die relativ geringen durchschnittlichen Verkehrsleistungen und die besonders im Sommer auftretenden, grofsen Verkehrsspitzen.

Die Beleuchtung kleinerer Bahnhöfe und Haltestellen der Salzkammergutbahn wird durch eigene, an die Fahrleitung angeschlossene Einphasentransformatoren von 0,8 bis 3 kVA bewirkt. Diese Lichttransformatoren haben infolge nicht ganz zweckdienlicher Bauart bisher nicht vollkommen entsprochen und mufsten teilweise umgebaut werden. Um das unangenehme Flimmern der in den Kanzleien und Wohnungen verwendeten Glühlampen bei Anschlufs an Einphasenstrom tunlichst herabzusetzen, wird mit eigenen Spannungsteilern die Sekundärspannung des Transformators (110 bis 130 Volt) auf etwa 75 Volt herabgesetzt. Aufserdem werden durchweg mattierte Glühlampen verwendet. Diese Beleuchtungsart kann als durchaus zufriedenstellend bezeichnet werden.

Die Instandhaltung der Unterwerke und der Leitungsanlagen auf der Arlbergbahn und der Leitungsanlagen auf der Salzkammergutbahn wird von Leitungsmeistereien — bestehend aus je zwei Leitungspartien zu je vier Mann — besorgt, die auf den Strecken westlich und östlich von Innsbruck der Kraftwerks- und Elektrostreckenleitung in Innsbruck, auf der Salzkammergutbahn der Elektrostreckenleitung in Steeg unmittelbar unterstehen. Zur Behebung von Störungen an den Fahrleitungsanlagen stehen benzinelektrische Turmwagen mit heb- bzw. senkbarer und ausschwenkbarer Plattform, ferner Gerüstwagen und Motordraisinen zur Verfügung. Die Turmwagen haben 70 bis 100 PS-Antriebsmotoren und verfügen aufserdem über ein eigenes Beleuchtungsaggregat. Die Motordraisinen sind mit 12 bis 15 PS-Motoren, Windschutzscheibe und Regendach ausgestattet und teilweise mit Boschlichteinrichtung, teilweise mit Nife-Akkumulatoren versehen. Beide Einrichtungen haben sich insbesonders für die Störungsbehebung bei Nacht und in den Tunnels als aufserordentlich zweckmäfsig erwiesen.

Die elektrische Zugförderung bedingt nicht nur durch die dauernden Schwankungen in der Belastung einen schwierigeren Betrieb als jede andere elektrische Anlage, sondern verlangt auch von allen für die Stromlieferung und Verteilung in Frage kommenden Maschinen und Apparaten und vom Bedienungspersonal eine erhöhte Bereitschaft, da sich gröfsere Störungen in der unangenehmsten Weise im Zugverkehr fühlbar machen. Deswegen wurde bereits bei der Entwurfsbearbeitung auf möglichste Sicherheit der einzelnen Anlageteile und auf Vorhandensein gröfstmöglicher Reserven Bedacht genommen. Kranke Teile können auf rascheste Art ausgeschaltet bzw. durch gesunde ersetzt werden. Eigene telephonische Verbindungen zwischen den Kraft- und Unterwerken und den Leitungsmeistereien und den Zentralstellen in Innsbruck bzw. Steeg sorgen für eine schnelle Verständigung aller beteiligten Stellen. Die dauernden Verbesserungen und die Verwertung des bei früheren Störungen Gelernten, hat dazu geführt, dafs im Jahre 1926 auf der Arlberg- und Mittenwaldbahn insgesamt nur 86 Betriebsstörungen vorgekommen sind, von denen sich 32 d. s. 38 % auf den Verkehr überhaupt nicht auswirkten. 20 (23 %) beeinflufsten den Verkehr auf kurzen Streckenabschnitten (Stationsabstand) bis zu 10 Minuten, 15 (17 %) bis zu 30 Minuten, 6 (7 %) bis zu 60 Minuten, 10 (12 %) bis zu 150 Minuten. Zwei Störungen hatten eine Stillegung des Verkehrs auf der ganzen Strecke bis zu 10 Minuten zur Folge. Der Niedergang einer grofsen Lawine auf der Arlbergwestrampe im Winter 1926 behinderte den Verkehr fast einen Tag.

Auf der Salzkammergutlinie waren im Jahre 1926 insgesamt 171 Störungen zu verzeichnen. Von diesen waren rund 25 % durch Unachtsamkeit des Zugförderungs- bzw. Verkehrspersonals herbeigeführt worden. 14 Isolatordurch- und Überschläge wurden durch Tiere (elf Vögel, zwei Fledermäuse, eine Katze) verursacht. Rund $^4/_5$ der Störungen hatten auf den Zugverkehr überhaupt keinen Einfluls. Von den übrigen Störungen hatte ein beträchtlicher Teil verhältnismäfsig geringfügige Behinderungen im Zugverkehr zur Folge und nur ein kleiner Teil (rund $6^1/_2$ %) hatte Zugverspätungen von einer Stunde oder mehr bewirkt. Von diesen letzteren wurde eine Störung durch direkten Blitzschlag während eines heftigen Gewitters hervorgerufen, wobei sämtliche Isolatoren auf einer Strecke von 400 m zertrümmert wurden. Eine weitere Störung wurde durch einen Orkan in einer besonders dem Winde ausgesetzten Teilstrecke verursacht, wodurch eine Bügelentgleisung und in deren weiteren Folge eine Fahrleitungsbeschädigung auf rund 150 m erfolgte.

Die bisherigen Ergebnisse der elektrischen Zugförderung und die bisher gesammelten Erfahrungen berechtigen zur sicheren Erwartung, dafs die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen einen vollen technischen und betrieblichen Erfolg bringen wird.

Neuere Wohnbauten der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ministerialrat Ing. **Schläfrig**, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

In der folgenden Darstellung soll jener Teil der Tätigkeit des Hochbaudienstes der Österreichischen Bundesbahnen in Betracht gezogen werden, der der Deckung des aus Gründen der Elektrisierung auftretenden Wohnungserfordernisses gewidmet war.

Dafs sich diese Deckung nicht ohne besondere Vorsorgen ermöglichte, findet seine Begründung in dem aufserordentlichen Wohnungsnotstand, der als Folge des Krieges und der Nachkriegsverhältnisse auch heute noch allerorten in Österreich herrscht. Es war nicht möglich, die durch die Elektrisierung gebotenen Personalverschiebungen ohne Bauvorsorgen zu bewirken; namentlich an den Standorten der Unterwerke und der Elektrowerkstätten mufsten Wohngebäude entsprechenden Umfanges errichtet werden.

Diese Anlagen befinden sich meist in kleineren Städten oder Orten mit vielfach scharf betontem örtlichen Charakter. Es war sonach die Anpassung des Gebäudes an ein Landschaftsbild oder die Einfügung in den Rahmen bestehender Bauten Voraussetzung des Entwurfes. Durch zweckmäfsige Gestaltung der Dächer, Anordnung von Erkern, Balkonen oder Lauben konnte bei geringem Bauaufwand die bodenständige Eigenart gewahrt und der Bau selbst alten Ortsbildern unauffällig eingefügt werden. Den unterschiedlichen Raumansprüchen, je nach der Zahl der Familienmitglieder, ist dadurch Rechnung getragen worden, dafs das Ausmafs der kleinsten Wohnung mit rund 45 m², jenes der gröfsten Wohnung mit ungefähr 90 m² bestimmt wurde, wobei 20 % auf Nebenräume entfallen.

Die beiden Wohnbauten in Bregenz schliefsen sich in ihrem Äufsern der Bauweise der Bodenseeuferstädte an (Abb. 1 stellt das eine der beiden Gebäude dar).

Die gröfste dieser Wohnanlagen, für die Bediensteten der Elektrisierungswerkstätte Bludenz, wird nach vollständigem

Ausbau 102 Wohnungen und vier Ledigenzimmer enthalten. Da für die Gesamtanlage nur ein Grundstück von 7800 m² Bodenfläche mit der bauordnungsmäfsigen Verpflichtung zur

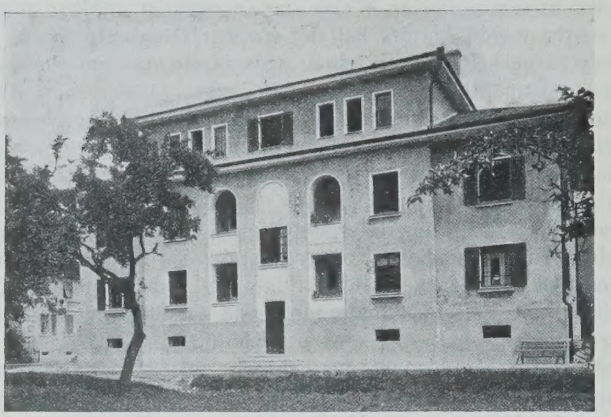


Abb. 1. Bediensteten-Wohngebäude der Österreichischen Bundesbahnen in Bregenz.

Abb. 2. Wohnanlage der Österreichischen Bundesbahnen in Bludenz, Hofgebäude.

Abb. 3. Wohnanlage der Österreichischen Bundesbahnen in Bludenz, Klarenbrunnstrafse.

Anlage von breiten Vorgärten zur Verfügung stand, mufste zu einer zwei- bis dreigeschossigen Gruppenverbauung mit einem Mittelhof und zwei seitlichen Höfen geschritten werden (Abb. 2 und 3).

Die in Abb. 4 bis 6 dargestellten Wohnungen in St. Anton a. Arlberg, Flirsch a. A., und Hall i. Tirol sollen die glück-

Abb. 4. Bediensteten-Wohngebäude der Österreichischen Bundesbahnen in St. Anton a. Arlberg.

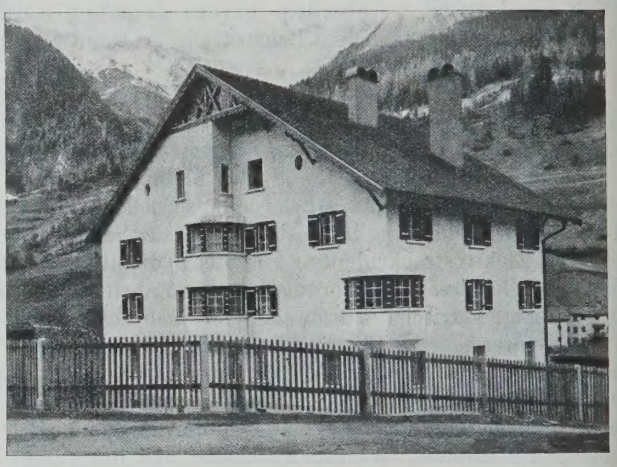


Abb. 5. Bediensteten-Wohngebäude in Flirsch a. Arlberg.

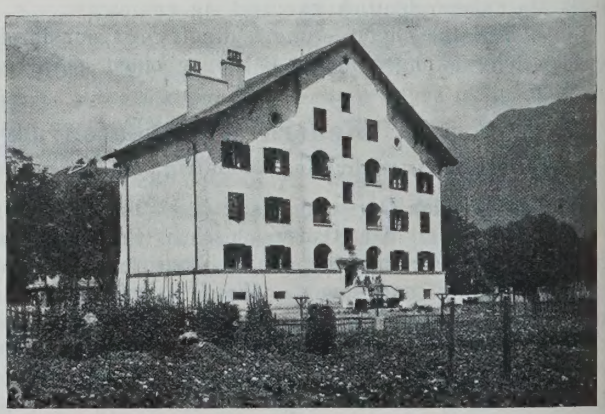


Abb. 6. Bediensteten-Wohngebäude der Österreichischen Bundesbahnen in Hall in Tirol.

liche Einfügung der Neubauten in ihre landschaftliche und bauliche Umgebung zur Darstellung bringen und beweisen, dafs auch mit den allergeringsten Mitteln gefällige Gesamtwirkungen zu erzielen sind.

Die Personenseilschwebebahnen und deren Entwicklung in Österreich.

Von Ing. Simmert, Ministerialrat im Bundesministerium für Handel und Verkehr, Wien.

Dieses Bergbahnsystem wurde wohl schon vor Jahren angewandt, brachte aber damals nicht den erhofften Erfolg hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit. Erst als es möglich war, bei grofser Sparsamkeit in den Baukosten höchste Leistungsfähigkeit zu erreichen, konnten im grofsen Stil Personenseilschwebebahnen gebaut werden.

Da bei den Personenseilschwebebahnen das höchste Mafs an Verläfslichkeit vorhanden sein mufs, war es nicht leicht, den richtigen Weg zwischen Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Baukapital zu finden. Nur durch das einmütige Zusammenarbeiten der Baufirmen und der Aufsichtsbehörde und durch viel Studium war es möglich, einen Seilbahntyp zu schaffen, mit dem allen Sicherheitsanforderungen entsprochen ist und doch bei verhältnismäfsig billiger Herstellung die höchste derzeit erreichbare Leistung möglich ist. Vor allem war der Entschlufs der österreichischen Eisenbahnaufsichtsbehörde entscheidend, stark gespannte Seile für Personenseilschwebebahnen zuzulassen, wodurch es möglich wurde, leichtere und daher billigere Seile anzuwenden, aber auch den Seilverschleifs so herabzusetzen, dafs er wirtschaftlich nicht mehr ins Gewicht fiel. Damit war die Seilfrage auf ökonomische Weise gelöst. Es erscheint im ersten Augenblick wohl etwas kühn, eine nur $3^1/_2$fache Sicherheit gegen Bruch für die Tragseile zuzulassen, aber die Erfahrung und die durchgeführten Versuche zeigten, dafs die Beurteilung der Bruchgefahr bei Tragseilen nicht nach dem üblichen zahlenmäfsig ausgedrückten Sicherheitsgrad erfolgen darf.

Schon im Jahre 1913 hat Professor Woernle darauf hingewiesen, dafs die Seile des Wetterhornaufzuges infolge der geringen Spannung einem verhältnismäfsig hohen Verschleifs unterliegen müfsten; auch die grundlegenden Versuche über die Lebensdauer von Drahtseilen von Benoit und Woernle haben gezeigt, dafs die eigentliche Ursache für die Zerstörung der Seile die dauernd wechselnden Biegungsbeanspruchungen sind. Die Gröfse der Biegungsanstrengung b eines mit der Kraft S gespannten Seiles, dessen metallischer Querschnitt F ist und das mit einer Querlast, dem Raddruck Q, belastet wird, hat zuerst Isaachen berechnet mit $b = Q\sqrt{\frac{E}{F \cdot S}}$, wobei E die Elastizitätsziffer des Baustoffes bedeutet. Man erkennt daraus, dafs eine möglichst gute Druckverteilung (Kleinhaltung von Q) und Vergröfserung der Seilspannung S die schädlichen Biegungsbeanspruchungen klein halten. Auch eine Vergröfserung von F würde die Biegungsspannungen verkleinern. Einer damit verbundenen Erhöhung des Seilgewichtes stehen lediglich wirtschaftliche Erwägungen entgegen; es scheint jedoch nach den bisherigen Erfahrungen die richtige Grenze sowohl nach unten als auch nach oben bereits gefunden zu sein.

Ein stark gespanntes Seil biegt sich unter der Last also wenig durch, dafs die Biegungsbeanspruchung im Vergleich zu der hohen Zugbelastung nur eine untergeordnete Rolle spielt. Diese von Praxis und Theorie gleichmäfsig bestätigte Tatsache hat sich auch bei der Meran-Haflingbahn gezeigt, denn nach vierjähriger Auflagezeit wiesen die dort stark gespannten Tragseile nur fünf bzw. sechs Drahtbrüche auf, durch die die Gesamtfestigkeit des Seiles noch nicht einmal um $1\,^0/_0$ herabgesetzt worden ist. Dabei sind in dieser Zeit auf der Bahn über 200000 Personen und viele tausend Tonnen Lasten befördert worden.

Ein weiterer Vorteil stark gespannter Seile ist der, dafs zum Tragen eines solchen Seiles eine bedeutend geringere Anzahl von Stützen notwendig ist, grofse Spannweiten (bei der Personenseilschwebebahn auf den Feuerkogel im Höllengebirge 1400 m) eingeführt werden können, was betriebstechnisch und wirtschaftlich von höchster Bedeutung ist, aber auch die Überwachung der Bahn erleichtert. Aufserdem wird aber dadurch noch eine weitere Aufgabe gelöst und zwar die Erhöhung der Leistung, denn die geringe Anzahl von Stützen und die glatte Fahrbahn gestatten eine wesentliche Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und zwar von 2 m/Sek. bei früheren Ausführungen bis auf 4 m/Sek. bei den neuesten Ausführungen.

Die Grundlagen, die den Bau von Seilschwebebahnen als leistungsfähige und in bezug auf Betriebskosten billige Fördermittel ermöglichen, waren also geschaffen. Die Weiterentwicklung war nun davon abhängig, ob es zur Ausführung einer Bahn unter Anwendung der neuen Richtlinien kommt, bzw. ob eine Behörde von vorneherein auf Grund von theoretischen Erwägungen die Verantwortung für den Bau einer solchen Bahn durch Genehmigung der Pläne übernimmt.

Die österreichische Eisenbahnaufsichtsbehörde war die erste, welche beim Auftauchen des Planes, auf die Zugspitze eine Seilbahn zu bauen, diese neuen Richtlinien zur Anwendung brachte und damit die Schaffung dieses Werkes bei Aufrechterhaltung aller Sicherheitsmafsnahmen ermöglichte.

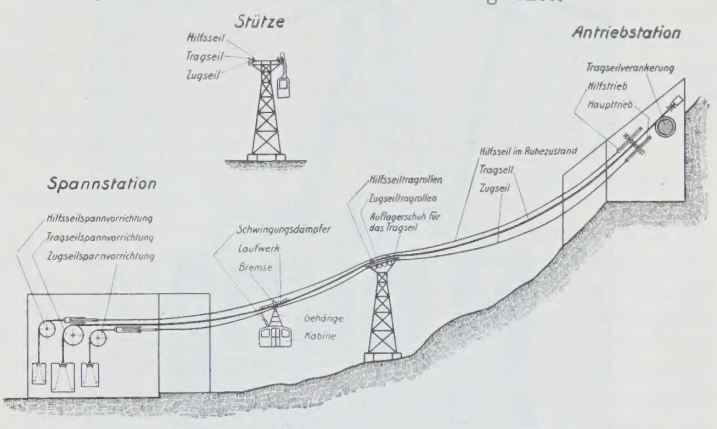


Abb. 1. Grundsätzliche Anordnung der Bauart Bleichert-Zuegg.

Erst nach Schaffung dieser Personenseilschwebebahn war der Weg geebnet und sind auf Grund der mit dieser Bahn gemachten Erfahrungen eine grofse Anzahl weiterer Seilbahnen in Österreich zur Ausführung gelangt. Dem Beispiele der österreichischen Behörde sind in der letzten Zeit viele andere Staaten gefolgt und es sollen auch in Deutschland, Schweden, der Tschechoslowakei und in Italien Personenseilschwebebahnen nach den neueren Richtlinien zur Ausführung kommen.

Die älteren Personenseilbahnen, wie beispielsweise die im Jahre 1912 ausgeführte Kohlernbahn, haben zwei Tragseile für jeden Wagen und zwei Zugseile. Andere Bahnen aus dieser Zeit zeigen ein Tragseil für jeden Wagen, ein Zugseil und ein Fangseil. Dazu kommen Leitungen für elektrische Signalübermittlung und Telephonleitungen, so dafs bei den älteren Bahnen ein ziemliches Gewirr von Drähten und Seilen vorhanden ist. Bei den nach der Bauart Bleichert-Zuegg bisher in Österreich erbauten Personenseilschwebebahnen ist an Seilen vorhanden: ein Tragseil für jeden Wagen, ein Zugseil und das Gegenseil (Abb. 1). Aufserdem ist für den Fall, dafs das Zugseil aus irgendeinem Grunde nicht betriebsfähig sein sollte, ein Hilfsseil vorhanden, das seinen eigenen Antrieb hat und im normalen Betrieb stillsteht, also keinerlei Abnutzung unterworfen ist.

Der Antrieb bei den vier Bahnen, die bisher in Österreich dem Betrieb übergeben wurden, besteht aus zwei Teilen, dem Haupt- und Hilfsantrieb, die zwar auf einer Welle sitzen, aber völlig voneinander getrennt sind. Durch besondere Kupplungsbolzen können beide Antriebe miteinander

verbunden werden, damit man vom Hauptantrieb den Hilfsantrieb und umgekehrt vom Hilfsantrieb den Hauptantrieb antreiben kann. Der Antrieb ist einrillig, weil infolge der gewählten hohen Zugseilspannung die Umschlingung auf einem halben Bogen genügt, um die Antriebskraft auf das Zugseil zu übertragen. Dadurch wird der Antrieb aufserordentlich einfach.

Der Wagen einer Personenseilschwebebahn (Abb. 2) besteht aus einer Kabine, dem Gehänge und dem Laufwerk. Das Gehänge ist am Laufwerk pendelnd befestigt, so dafs der Wagen stets senkrecht hängt. Bei der Konstruktion ist besonderer Wert auf geringes Gewicht gelegt, das durch Verwendung hochwertiger aber leichter Baustoffe und beste Raumausnutzung erreicht wird. Zur Vermeidung von Schwingungen in der

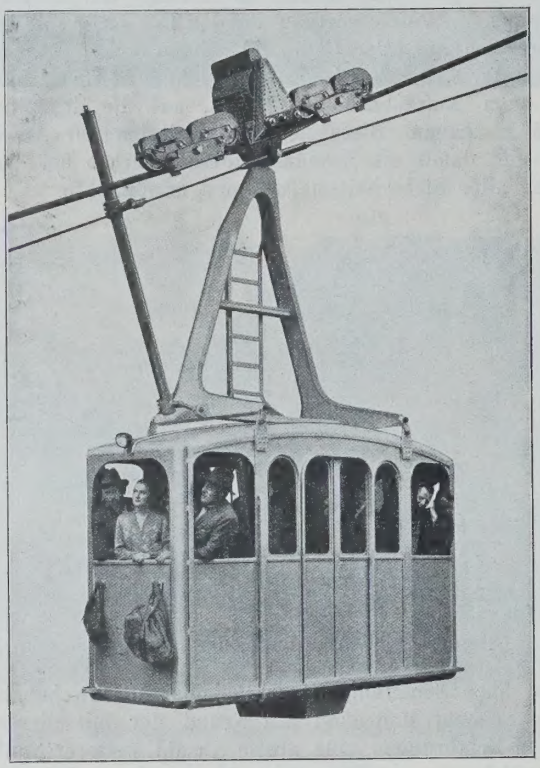


Abb. 2. Wagen einer Seilschwebebahn, Fassungsvermögen 24 Personen.

Längsrichtung ist eine Dämpfungsstrebe, ein Zylinder mit Kolben, der den Wagen gegen das Gegenseil abstützt und durch Zusammenpressen der Luft die Wagenschwingungen abfängt, vorhanden. Je zwei Räder sind in einem Ausgleichträger beweglich gelagert, so dafs die Verteilung der Last auf alle acht Räder gleichmäfsig erfolgt. Das Laufwerk enthält einen sehr wichtigen Bestandteil, die Tragseilbremse, die beim Bruch des Zugseiles in Tätigkeit tritt (Abb. 3). Die Kupplungshülse verbindet das Zugseil mit dem Wagen. Zwischen Seilkopf und Hülse liegt eine Druckfeder von etwa 1 t Spannkraft, durch die der Seilkopf nach links gedrückt wird, wenn etwa durch besondere Fälle höherer Gewalt das Seil reifsen sollte. Dann wird durch Hebelübertragung eine Sperrklinke ausgelöst, die die eigentliche Bremsfeder je nach Anlage bis zu 6 t Druckkraft in gespannter Stellung gehalten hat. Durch sie wird die bewegliche Backe der Bremse unter erheblicher Übersetzung mit bis zu 16 t gegen das Tragseil gepreſst und der Wagen am Tragseil festgeklemmt.

Der Antrieb hat drei Bremsen, von denen die erste, die Hauptbackenbremse, unmittelbar auf die Antriebscheibe wirkt. Die zweite ist eine selbsttätig arbeitende Reglerbremse, die bei Überschreitung der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit in Tätigkeit tritt und übrigens auch vom Führerstand aus durch Handhebelzug als Notbremse ausgelöst werden kann. Die dritte ist eine elektrische Lüftungsbremse, die neben der Reglerbremse auf der Motorwelle sitzt und bei Ausbleiben des Antriebsstromes einfällt, d. h. wenn entweder vom Führer durch den Kontroller der Strom ausgeschaltet wird, wenn irgendwie eine Unterbrechung der Stromlieferung eintritt oder schliefslich, wenn diese Stromunterbrechung durch Druck auf einen der an mehreren Stellen des Antriebsraumes und in den Wagen befindlichen Schalter absichtlich herbeigeführt wird. Der Führer in der Antriebsstation hat vor sich eine Armaturtafel mit Strom- und Spannungszeigern, Geschwindigkeitsmesser und dem Fahrbildanzeiger, der in jedem Augenblick die Stellung der beiden Wagen angibt. Der Fahrbildanzeiger steht in Verbindung mit einem Auslöswerk, durch das die Fahrgeschwindigkeit bei Annäherung der Wagen an die Stationen zwangläufig herabgesetzt wird, wenn dieses infolge Unachtsamkeit des Führers nicht geschehen sein sollte. Aufserdem wird dem Führer die Ankunft der Wagen durch ein Klingelsignal angezeigt. Schliefslich betätigt der Wagen einen Endausschalter, so dafs jedes Überfahren der Endstellung unmöglich ist.

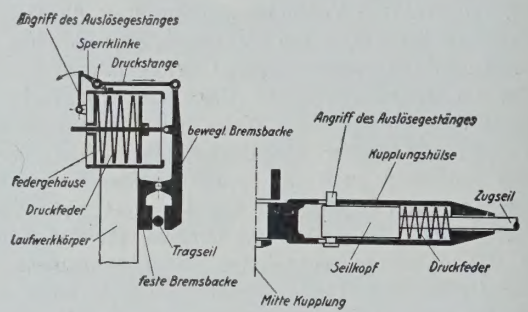


Abb. 3. Darstellung der Wirkungsweise der Tragseilbremse.

Zwischen den beiden Wagen und den Stationen ist jederzeit telephonische Verständigung möglich. Im Gegensatz zu den früheren Ausführungen verwendet die Bauart Bleichert-Zuegg die Seile selbst als Leiter. Die Seilrollen sind deswegen isoliert gelagert. In jedem Wagen ist ein Neigungsmesser angebracht, damit der Fahrer bei Erreichung der behördlich bezeichneten gröfsten Windstärke Anweisung zur Einstellung des Betriebes geben kann.

Bisher sind in Österreich vier Personenseilschwebebahnen und zwar die Seilbahn auf die Zugspitze*), die Rax, den Pfänder und den Feuerkogel im Höllengebirge im Betrieb und sechs weitere Seilbahnen und zwar auf den Hahnenkamm, die Schmittenhöhe, die Kanzel, den Patscherkofel, das Hafelekar und die Bürgeralpe im Bau, deren Fertigstellung teilweise noch im Jahre 1927, teilweise bis zum Frühjahr 1928 zu erwarten ist.

Von diesen Bahnen sind bzw. werden acht nach der Bauart Bleichert-Zuegg, eine nach der Bauart der Alpenländischen Seilbahnbaugesellschaft in Innsbruck — welche Bauart sich von Bleichert-Zuegg dadurch unterscheidet, dafs sie zwei Zugseile und eine geänderte Auflageschuhform für das Tragseil hat — und eine nach der von der »Fabbag« angewendeten verbesserten Bauart Ceretti & Tanfani, bei welcher die Bremsung an einem eigenen Fangseile erfolgt, ausgeführt.

*) Siehe Organ 1927, S. 31.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. **H. Uebelacker**, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. **A. E. Bloss**, Dresden.

82. Jahrgang | **30. Dezember 1927** | **Heft 24**

Die neue Lokomotivausbesserungswerkstatt beim Bahnbetriebswerk Dresden-Altstadt.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **Richter**, Reichsbahnoberrat, Dresden.

Hierzu Tafel 49.

Nach dem Übergang der Staatseisenbahnen der einzelnen Länder in das Eigentum des Reiches, der Gründung der Deutschen Reichsbahn, wurde Sachsen, dessen 3500 km umfassendes Eisenbahnnetz mit dichtester Stationsfolge bis dahin in der Hauptsache nur dem Wirtschaftsleben des eigenen Landes zu dienen hatte, mehr als sonst an der Bewältigung des grofsen Durchgangsverkehrs mitbeteiligt. Ehedem betrug der Durchgangsverkehr in Sachsen nicht ganz 2 v. H. des sächsischen Gesamtverkehrs.

Die Folge davon war, dafs bald nach dem genannten Zeitpunkt auf den einzelnen Gebieten des Eisenbahndienstes, vor allem aber auf dem des Verwaltungswesens und des Betriebes eine Anpassung an die entsprechenden Verhältnisse aufserhalb Sachsens erforderlich wurde. Diese Umstellung war aber in erster Linie nötig und besonders weitgehend im Betriebsmaschinendienst.

Die Leitung des Betriebsmaschinendienstes lag ehedem in Sachsen, wie auch noch zur Zeit, bei fünf der damaligen Generaldirektion, jetzt Reichsbahndirektion Dresden, unterstellten Maschinenämtern, denen 26 sogenannte Heizhausverwaltungen und 102 Lokomotivstationen nachgeordnet waren.

Das Unterscheidende dabei war aber das, dafs sich die Tätigkeit der Maschinenämter damals fast einzig und allein auf die Gestellung der Zugkräfte und die der Personale für den Zugförderungsdienst beschränkte. Abgesehen von den beiden Hauptbahnhöfen in Dresden und Leipzig, wo das zur Bedienung und Unterhaltung der daselbst vorhandenen zahlreichen maschinellen Anlagen (Aufzüge, Heizungen, Kühlanlagen usw.) nötige Personal zu je einer dem Maschinenamte unterstellten Dienststelle, Bahnhofwerkmeisterei genannt, zusammengefafst war, gehörten anderswo die vorgenannten Dienstobliegenheiten, ebenso aller Orten die Wagenuntersuchung und Wagenreinigung zu den Geschäften der Bahnhöfe, die dazu verwendeten Personale waren als Bahnhofbedienstete den Betriebsdirektionen (Betriebsämtern) unterstellt.

Ebenso hatten die Maschinenämter nichts mit der Fahrzeugausbesserung, der Betriebsstoffverteilung an die Stationen und Bahnmeistereien, nichts mit der Hilfeleistung bei Eisenbahnunfällen, nichts mit der Beschaffung und Unterhaltung der zu den Maschinenbahnhöfen gehörigen maschinentechnischen Anlagen zu tun. Das gehörte alles zu den Obliegenheiten der Werkstättenämter (jetzigen Ausbesserungswerken). Diese hatten demzufolge auch alle darauf besüglichen Belange des Betriebsmaschinendienstes in ihren Jahresanschlägen — die Maschinenämter hatten keine Anschläge für Tit. 14 und 15 aufzustellen — mit aufzunehmen und zu vertreten.

Für den gesamten damaligen Lokomotivpark von rd. 2000 Lokomotiven waren nur zehn Schlosser auf die einzelnen grofsen Heizhausverwaltungen verteilt, die die Lokomotivführer bei ihren kleineren Ausbesserungen an den Lokomotiven zu unterstützen hatten. Alle übrigen Betriebsausbesserungen an Lokomotiven hatten die vier in Dresden, Leipzig-Engelsdorf, Chemnitz und Zwickau befindlichen Werkstättenämter (jetzt Ausbesserungswerke) mit zu erledigen. Zu diesem Zwecke wurden daselbst besondere Schnellausbesserungsstände und für diese besondere Schnellausbesserungskolonnen bereitgehalten. Ähnlich waren die Verhältnisse bis zum Jahre 1917 auch bezüglich der Wagenausbesserung. Auch diese lag bis zu dem genannten Zeitpunkte, selbst die auf den Stationen durch sogenannte Bahnhofschlosser auszuführenden kleinsten Betriebsausbesserungen, den Werkstättenämtern (jetzigen Ausbesserungswerken) ob. Erst vom Jahre 1917 ab kamen die abseits von den grofsen Hauptwerkstätten befindlichen Nebenwerkstätten für Wagenausbesserung als Bahnbetriebswagenwerke und die Bahnhofschlossereien unter die Maschinenämter zu stehen.

Demzufolge waren in Sachsen ehedem im Betriebsmaschinendienst fast keine technischen Kräfte beschäftigt. In den Maschinenämtern war, abgesehen von den Amtsvorständen und ihren Stellvertretern, die akademisch gebildete Maschineningenieure waren, nur nichttechnisches Personal vorhanden. Die Vorsteher der nachgeordneten Dienststellen, sowie ihre Stellvertreter aber waren mit verschwindend wenigen Ausnahmen aus den Reihen der Lokomotivführer hervorgegangen.

Inzwischen hat nun eine allgemeine Umstellung der Verhältnisse stattgefunden:

Die Heizhausverwaltungen sind in Bahnbetriebswerke mit neu eingerichteten, ihnen angegliederten Ausbesserungsstellen, sowie mit Betriebsstofflagern zur Versorgung der Stationen und Bahnmeistereien, die Nebenwerkstätten für Wagenausbesserung in Bahnbetriebswagenwerke umgewandelt worden. Gleichzeitig wurde diesen Dienststellen das Personal für die Wagenuntersuchung und Wagenreinigung zugeteilt uud auch ferner damit begonnen, ihnen auch die Bereitschaft für Hilfeleistung bei Unglücksfällen zuzuweisen. Soweit dies alles aus Mangel an Mitteln noch nicht restlos durchgeführt werden konnte, wird es aber noch in diesem, spätestens aber im Jahre 1928 geschehen sein, sobald die allein noch fehlende Ausbesserungsstelle für Lokomotiven für das Bahnbetriebswerk Dresden-Friedrichstadt, deren Bau grundsätzlich bereits genehmigt ist, errichtet sein wird.

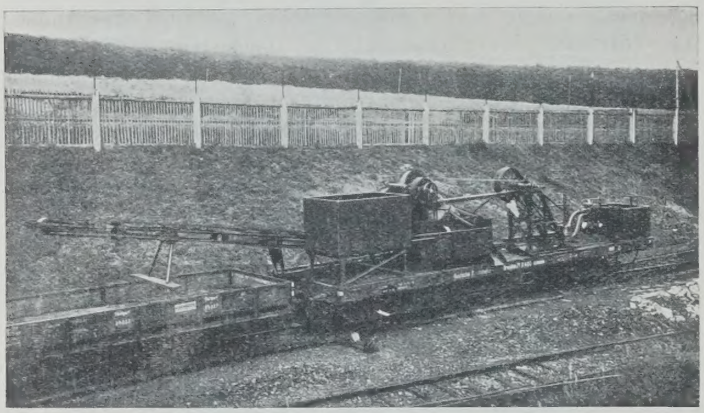
Die aufserhalb Sachsens noch hier und da auftretende Meinung, im Bereiche der Reichsbahndirektion Dresden seien keine Betriebswerke (Betriebswerkstätten) vorhanden, ist nach alledem schon seit längerer Zeit nicht mehr zutreffend. Zum weiteren Beweise sollen noch einige Angaben über die z. Zt. neueste, erst Anfang dieses Jahres in Betrieb genommene Lokomotivausbesserungsstelle des Bahnbetriebswerks Dresden-Altstadt angefügt werden.

Das Bahnbetriebswerk Dresden-Altstadt liegt links der von Dresden über Freiberg—Chemnitz—Reichenbach (Vogtl.) nach Hof in Bayern führenden Eisenbahnlinie, etwa 2 km hinter dem Hauptbahnhof. Das von ihm beanspruchte Gelände (vergl. Lageplan Abb. 1, Taf. 49) wird einmal von der oben genannten, an dieser Stelle viergleisig ausgebauten Hauptlinie, an den anderen drei Seiten von städtischen Strafsen begrenzt. Diese Einengung bildet seit langem eine empfindliche Erschwernis für alle gröfseren Umgestaltungen der baulichen und betrieblichen Verhältnisse innerhalb des an sich stark belasteten Maschinenbahnhofs. Aus demselben Grunde konnte auch die für das Betriebswerk zu schaffende Lokomotivausbesserungswerkstatt nicht, wie anzustreben war, im Mittelpunkt des Bereiches errichtet werden, sondern war, wohl oder übel, auf das am äufsersten Ende des Maschinenbahnhofs allein verfügbare Gelände zwischen dem vierten

Lokomotivschuppen und der Würzburger Straſse zu verweisen. Zur Beschleunigung und Erleichterung des Verkehrs von den Lokomotivschuppen zur Werkstatt und umgekehrt, muſste daher eine Elektrokarrenbahn angelegt werden.

Für die Unterhaltung in dieser neuen Werkstatt kommen z. Zt. im ganzen 179 Lokomotiven 15 verschiedener Bauarten in Betracht. Diese setzen sich zusammen aus 119 Dienst- und Reservelokomotiven, 16 betriebsfähig abgestellten Lokomotiven und 44 Lokomotiven der dem Betriebswerk unterstellten sieben Lokomotivstationen. U. U. ist auch noch mit einer Beanspruchung durch 45 Wendelokomotiven zu rechnen. Für die hier anfallenden Betriebsausbesserungen und vorgeschriebenen Durchsichten stehen augenblicklich 82 Werkstättenarbeiter zur Verfügung.

Das Gebäude (vergl. Abb. 2, Taf. 49) bedeckt eine Fläche von 2444 m^2 und umschlieſst einen umbauten Luftraum von 25540 m^3. Die Zuführung der auszubessernden Fahrzeuge zu den sieben je 29 m langen Ausbesserungsgruben geschieht von der der Würzburger Straſse zugekehrten Seite mit Hilfe einer elektrisch betriebenen Schiebebühne von 200 t Tragfähigkeit. Anfangs war geplant, auch das Gelände auf der dem Werkstattgebäude abgelegenen Seite des Schiebebühnenfeldes zu überbauen und darin das Auswaschen der Lokomotiven vorzunehmen sowie dort die nicht benötigten Lokomotiven abzustellen. Aus



Schlackenscheider.

Mangel an Mitteln muſste aber davon Abstand genommen werden. Die überzähligen Lokomotiven werden z. Zt. an derselben Stelle, aber im Freien, abgestellt. Das Auswaschen dagegen wird, nach wie vor, in dem dem Werkstattgebäude unmittelbar benachbarten Lokomotivschuppen vorgenommen.

Bemerkenswert ist die Beheizung der Werkstatt. Sie erfolgt durch Hochdruckdampf von etwa 8,00 at. Spannung, welcher den Dampfkesseln eines den benachbarten Lokomotivschuppen angebauten Kesselhauses entnommen wird.

Die etwa 180 m lange Dampfrohrleitung von 82 mm lichte Weite ist innerhalb des vorgenannten Lokomotivschuppens verlegt, geht dann auf 15 m Länge durchs Freie, aufgehängt an einem Mast, und endigt in einem Dampfverteiler; unmittelbar vor diesem befindet sich ein Abminderungsventil, durch welches der Dampf auf 2 at abgespannt wird.

Die Beheizung der groſsen Halle erfolgt durch zehn Lufterhitzer nach Junkers, und zwar durch sechs gröſsere für eine stündliche Erwärmung von je 69000 m^3 Luft und vier kleinere für eine stündliche Erwärmung von je 44000 m^3 Luft von + 15° auf + 45° C. Die sechs gröſseren Apparate sind an den Schäften zwischen den sieben groſsen Einfahrtstoren in 5 m Höhe über Fuſsboden aufgestellt, und blasen die erwärmte Luft in die Gänge zwischen den sieben Gleisen bzw. Arbeitsgruben. Die vier kleineren Apparate dienen der Beheizung des hinteren Teiles der Halle, in welchem die technische Werkstatt mit den Arbeits- und Werkzeugmaschinen untergebracht ist, und befinden sich an den Fensterseiten in 3,5 m Höhe über Fuſsboden. Jeder Apparat ist mit Saugschacht ausgerüstet und saugt die kalte Luft in der Nähe des Fuſsbodens ab, so daſs die Luft im Raume beständig umgewälzt wird. Der Antrieb der Lufterhitzerventilatoren erfolgt durch direkt gekuppelte Drehstrommotoren 3×220 Volt, von denen diejenigen der gröſseren Apparate je 1,10 P.S. und diejenigen der kleineren Apparate je 0,75 P.S. Leistung besitzen. Die Ein- und Ausschaltung der einzelnen Motoren erfolgt zentral von einer Schalttafel aus, welche sich in der Nähe des Dampfverteilers befindet. Dementsprechend erfolgt die Unterdampfsetzung der einzelnen Lufterhitzer zentral vom Dampfverteiler aus, zu welchem Zwecke die zehn Apparate in vier Gruppen mit je einer Dampfleitung vom Verteiler weg eingeteilt sind.

Auſser den Lufterhitzern befindet sich in der groſsen Halle noch Heizfläche in den sieben Arbeitsgruben zwischen den Gleisen in Form von schmiedeeisernen Heizröhren von 82 bzw. 94 mm lichte Weite, welche zwar für die Raumerwärmung mitbenutzt werden können, in erster Linie aber dem Abtauen der Lokomotiven im Winter dienen sollen. Diese Heizröhren der Arbeitsgruben besitzen eine besondere Dampfzuleitung vom Dampfverteiler weg und können daher unabhängig von den übrigen Heizungseinrichtungen in Betrieb genommen werden. Auch für diese Heizröhren beträgt der Dampfdruck 2 at.

Die der groſsen Halle vorgebaute Kupferschmiede mit Klempnerei und Lagergieſserei besitzt örtliche Dampfheizkörper für gleichfalls 2 at Betriebsdampfdruck, und zwar eine schmiedeeiserne Wandrohrschlange und einen guſseisernen Rippenkörper.

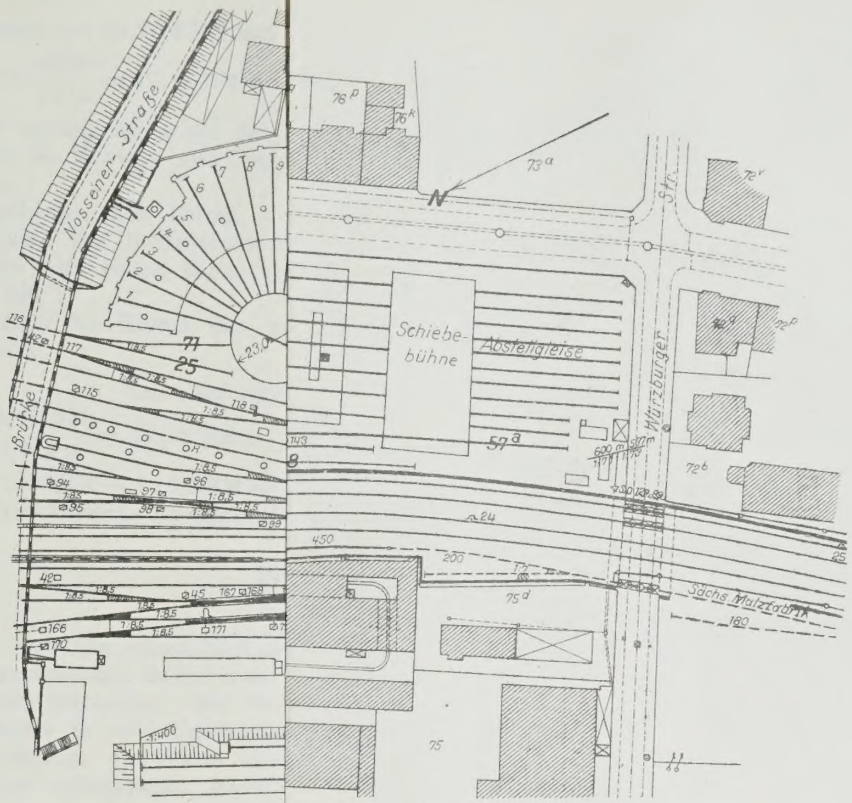
Auſserdem sind in dem Anbau noch untergebracht die Verwaltungsräume, ein Arbeiterschankraum und ein Arbeiterwaschraum. Letzterer ist mit einem Warmwasserbereiter ausgestattet, der durch Dampf von 2 at Druck betrieben wird.

Die Erwärmung der vorgenannten Räume erfolgt durch örtliche Heizkörper (teils Rippenkörper, teils schmiedeeiserne Wandrohrschlangen) für Niederdruckdampf. Da auch diese Heizkörper in Gruppen mit getrennten Dampfzuleitungen geteilt sind, ist neben dem Hochdruckverteiler ein Niederdruckverteiler mit einem vorgeschalteten Abminderungsventil aufgestellt; letzteres spannt den Dampf von 2 auf 0,05 at ab.

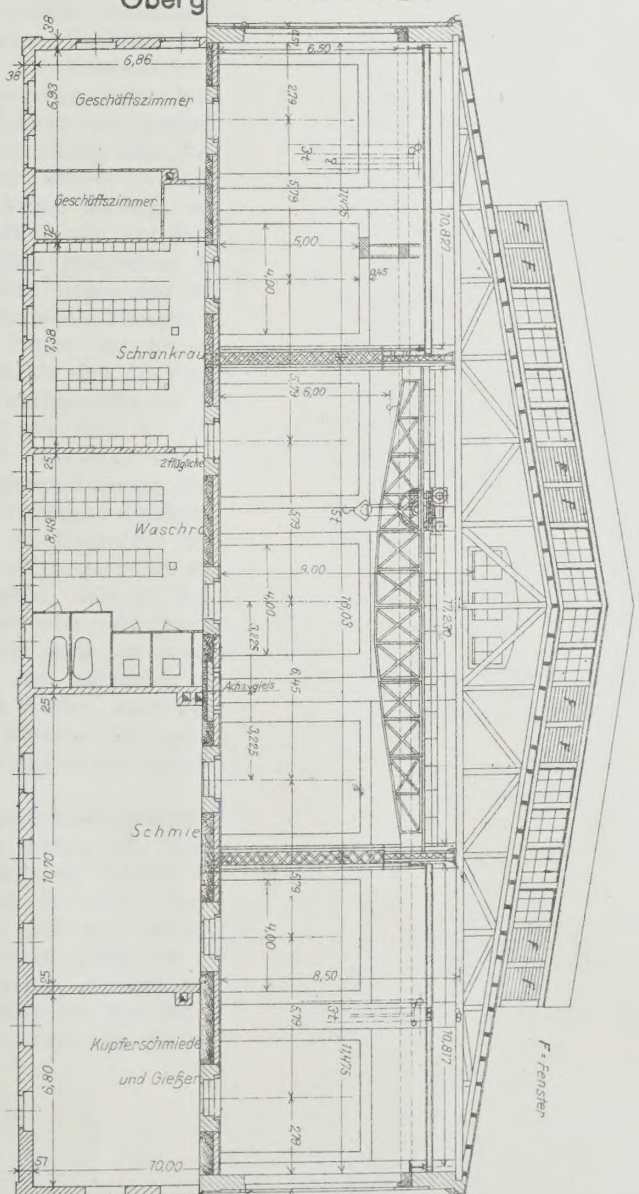
Sämtliches Niederschlagwasser aus den Heizungsanlagen wird innerhalb des Gebäudes zusammengeführt und durch eine etwa 165 m lange Hauptleitung von 80 mm lichter Weite nach einer Grube des Kesselhauses geleitet, damit es von dort aus wieder in den Kessel gespeist werden kann. Diese Niederschlagsleitung liegt in einem gemauerten Rohrkanal, welcher fast gradlinig entlang dem Heizhause auſserhalb desselben geführt ist.

Als Brennstoff dient lediglich Koks, der aus den auf dem Maschinenbahnhof selbst aufkommenden Lokomotivschlacken ausgesondert wird. Die Ausscheidung erfolgt durch einen Schlackenscheider (siehe Textabb.), der nach der spezifischen Gewichtstrennung mit Wasser arbeitet. Er war als fahrbare Anlage beschafft worden mit der Absicht, mit ihm der Reihe nach die Schlackenansammlungen der gröſseren Betriebswerke aufzuarbeiten. Er ist aber seit seiner Beschaffung, d. i. seit November 1925 allein dazu verwendet worden, die Brennstoffmengen für die Kesselanlage des Bahnbetriebswerkes Dresden-Altstadt zu liefern.

Im Kesselhaus, das an den vierten Lokomotivschuppen angebaut ist, sind zwei Groſswasserraumkessel von je 120 m^2 Heizfläche mit eingebauten Feuerröhren und Schüttrostfeuerung untergebracht, von denen im allgemeinen immer nur einer in Betrieb ist. Der in ihnen zur Verbrennung gelangte Scheidekoks hat einen mittleren Heizwert von 4646 kcal/kg. Der Wert dieses Brennstoffes errechnet sich daher unter Zugrundelegung eines Vergleichsbrennmaterials von einem Anschaffungspreis einschlieſs-



Oberg Schnitt A-B.

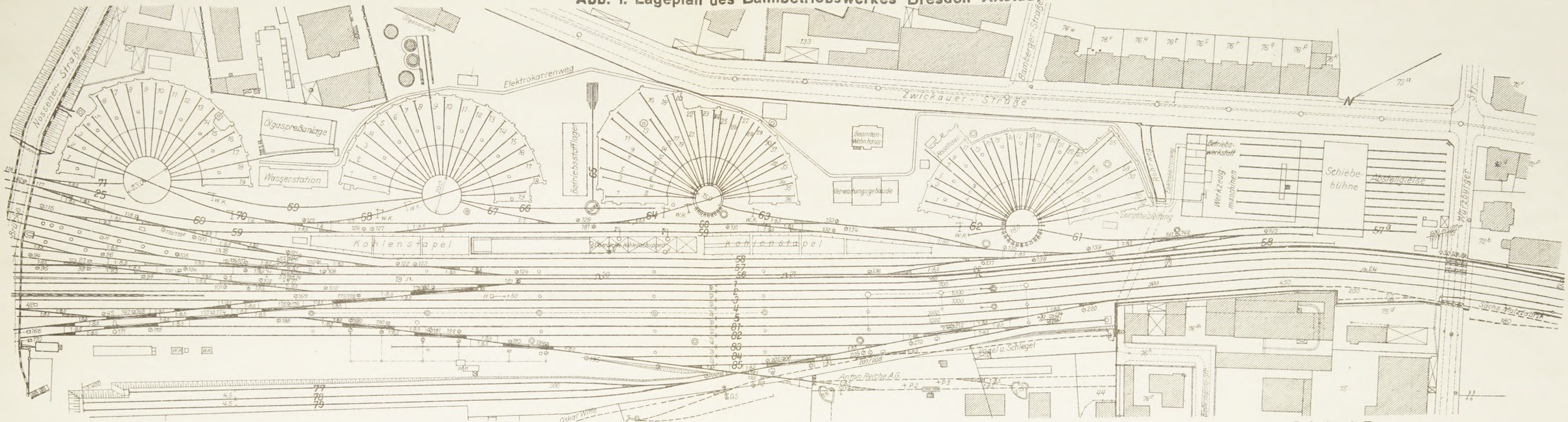


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

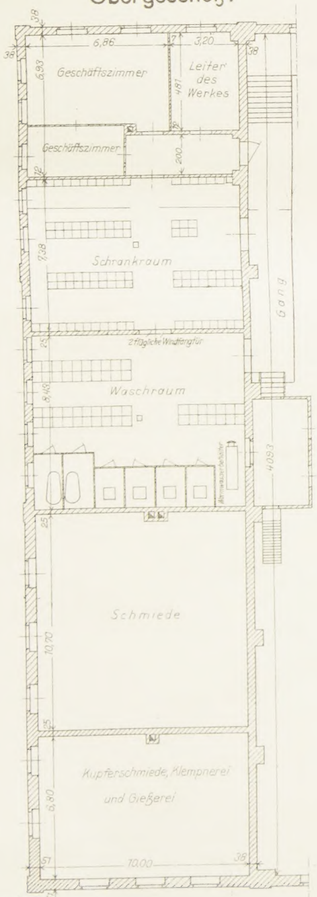
C. W. Kreidel's Verlag, München.

Zum Aufsatz: Die neue Lokomotivausbesserungswerkstatt beim Bahnbetriebswerk Dresden-Altstadt.

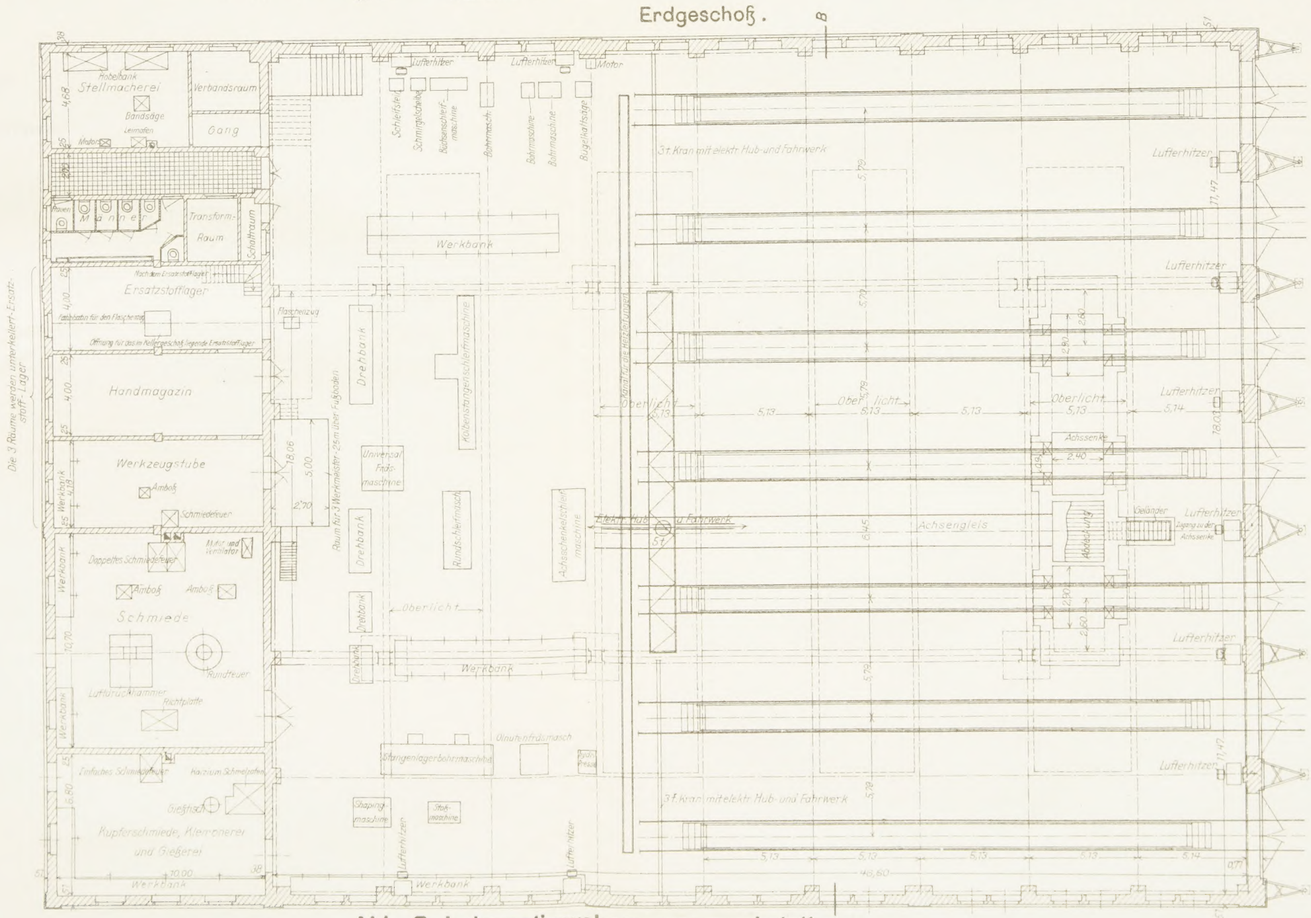
Abb. 1. Lageplan des Bahnbetriebswerkes Dresden-Altstadt.



Obergeschoß.



Erdgeschoß.



Schnitt A-B.

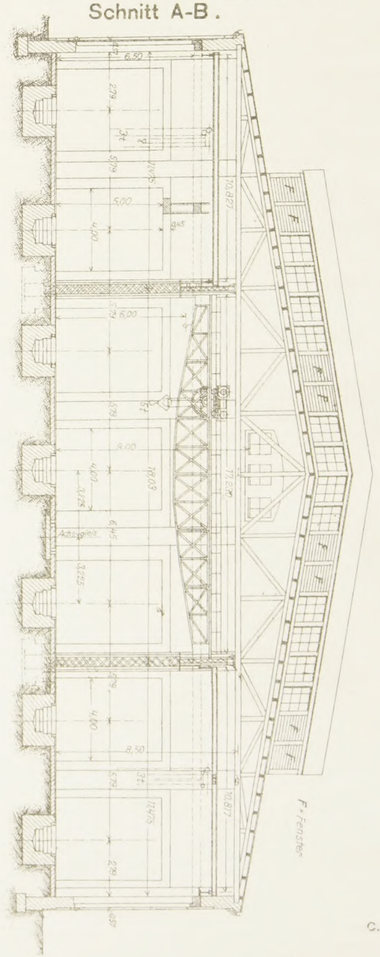


Abb. 2. Lokomotivausbesserungswerkstatt.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

lich Fracht bis Dresden von 23,70 RM/t und einem Heizwert von 6416 kcal/kg zu $23{,}70 \cdot \frac{4646}{6416} = 17{,}16$ RM/t.

Demgegenüber wurden auf Grund der Unterlagen für das Rechnungsjahr 1926 die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Scheideanlanlage zu . . . . . 12574,44 RM ermittelt. Dazugeschlagen den Betrag, den man aus dem Verkauf des Scheidekoks als Schlacke (1 t = 1,50 RM) erzielt hätte, also 1120,714 t × 1,50 RM . . . . . = 1681,10 RM demnach beliefen sich die Kosten des gewonnenen Scheidekoks

also auf rund: 14255,54 RM

oder auf nur $\frac{14255{,}54 \text{ RM}}{1120{,}714 \text{ t}} = 12{,}72$ RM/t. Das Brennmaterial kommt also um 17,16 RM — 12,72 RM = 4,44 RM/t billiger zu stehen, als der Preis beträgt, der seinem Heizwert entspricht.

Zum Schlusse seien noch einige Angaben über die Baukosten des Werkstattgebäudes angeführt:

Aufgewendet wurden:

a)	für das Gebäude allein ohne Erdarbeiten .	301000 RM
b)	für die Erd- und Oberbauarbeiten innerhalb und aufserhalb des Bauwerks	40000 RM
c)	für die maschinen- und elektrotechnische Ausrüstung, d. i. Schiebebühne, Achssenke, Hebezeuge, Werkzeugmaschinen (zum gröfsten Teil alt), Heizung, Beleuchtung u. a. m. . . .	196000 RM
d)	für Dienstgutfrachten und Verwaltungskosten	22000 RM
	zusammen:	559000 RM

Es entfällt somit unter Zugrundelegung des Betrags unter a)

auf 1 m²	bebaute Fläche ein Preis von rund . .	123 RM
auf 1 m³	überbauten Raum ein Preis von rund . .	12 RM
	und bezogen auf den Gesamtaufwand	
auf 1 m²	bebaute Fläche ein Preis von rund . .	230 RM
auf 1 m³	überbauten Raum ein Preis von rund . .	22 RM

Fensterwischer für Lokomotiven.

Von Reichsbahnrat H. v. Littrow, Chemnitz.

Während man fast alle schnellfahrenden Fahrzeuge mit Fensterwischern ausgerüstet hat, ist hierin bei Dampflokomotiven bisher nur sehr wenig geschehen. Der Grund für diese auffallende Tatsache dürfte in zwei Umständen zu suchen sein: Erstens ist die Lokomotive das älteste aller schnellfahrenden Fahrzeuge; bei ihrer allmählichen Entwicklung zu immer gröfseren Leistungen und Geschwindigkeiten hat man sich daran gewöhnt, die von altersher vorhandenen Unbequemlichkeiten und Härten als etwas Unabänderliches hinzunehmen. Zum andern aber stehen der Konstruktion und Anbringung eines brauchbaren und unter allen Umständen sicher wirkenden Fensterwischers an Dampflokomotiven gewisse Schwierigkeiten entgegen: Die Fenster sind häufig vom Stande des Führers weit entfernt und oft nur schwer erreichbar; der Raum zwischen Seitenwand und Kessel ist eng, meistens mit platzraubenden Apparaten ausgefüllt und läfst daher nur knappsten Raum für Einbringung eines geeigneten Mechanismus, der aufserhalb des Fensterrahmens liegen und so angeordnet sein mufs, dafs er aus dem Bereiche des Fensters herausgeschwenkt werden kann, damit die Putzer das Fenster zu Reinigung bequem öffnen können; weiterhin sind die Fensterscheiben nicht selten sehr uneben und an dichtbenachbarten Stellen verschieden dick; das Führerhaus, und mit ihm der Fensterrahmen und die Scheibe, verziehen und verwinden sich stark unter dem Einflufs der Längs- und Seitenausdehnung des Kessels und der Bewegungen des ganzen Fahrzeuges; die Scheibe stellt keineswegs eine zur Längsachse des Fahrzeugs senkrecht stehende Platte dar, sondern weicht oft beträchtlich davon ab. Weiter ist noch in Betracht zu ziehen, dafs die Scheiben nicht nur von aufsen her durch Regentropfen und Schnee undurchsichtig werden, sondern sehr häufig auch von innen her durch Beschlagen. Ebenso störend und hartnäckig ist die Vereisung der Fensterscheiben, die im Winter, wenn auch im Flachlande nicht so häufig, doch in höheren Gebirgslagen mit starken Nebeln und Rauhfrösten zeitweilig zu den täglichen Erscheinungen gehört.

Ein Wischer, der diese Schwierigkeiten überwinden und stets sicher und zuverlässig wirken soll, mufs daher folgende Bedingungen erfüllen: Er mufs die Scheibe von beiden Seiten gleichzeitig packen; er mufs in seinen Teilen so beweglich und elastisch sein, dafs er sich auch schief stehenden und krummen Scheiben anschmiegen kann; er darf die Scheibe nicht auf Biegung beanspruchen, sondern stets nur pressen, damit bei dem zur Beseitigung von Eis notwendigen höheren Druck Bruchgefahr vermieden wird. Er soll nur beim Arbeiten an der Scheibe anliegen, in der Ruhelage aber freischwebend von ihr abstehen, damit nicht der Gummi dauernd gegen die Scheibe gedrückt und dadurch vorzeitig spröde und unbrauchbar wird, sowie auch, damit die durch die dauernd abtropfende Feuchtigkeit bewirkte selbsttätige Reinigung des Gummis nicht behindert wird. Es mufs weiter dafür gesorgt sein, dafs die Wischer in keiner Lage, weder bei der Betätigung noch beim Herausschwenken aus dem Gesichtskreis des Fensters, an dem Fensterrahmen anstofsen und an ihm beschädigt werden können. Bewegungsmechanismus und Lagerung müssen auf so geringem Durchmesser gehalten sein, dafs sie zwischen Kesselwand und Fenster, äufserstenfalls unter geringer Ausklinkung des Fensterrahmens für die Lagerung, eingeschmiegt werden können.

Vor Behandlung der Einzelheiten soll noch auf die bisher gebräuchlichen Fensterwischer und auf die Vorteile kurz eingegangen werden, die von einem die vorstehend genannten Bedingungen erfüllenden Fensterwischer zu erwarten sein dürften.

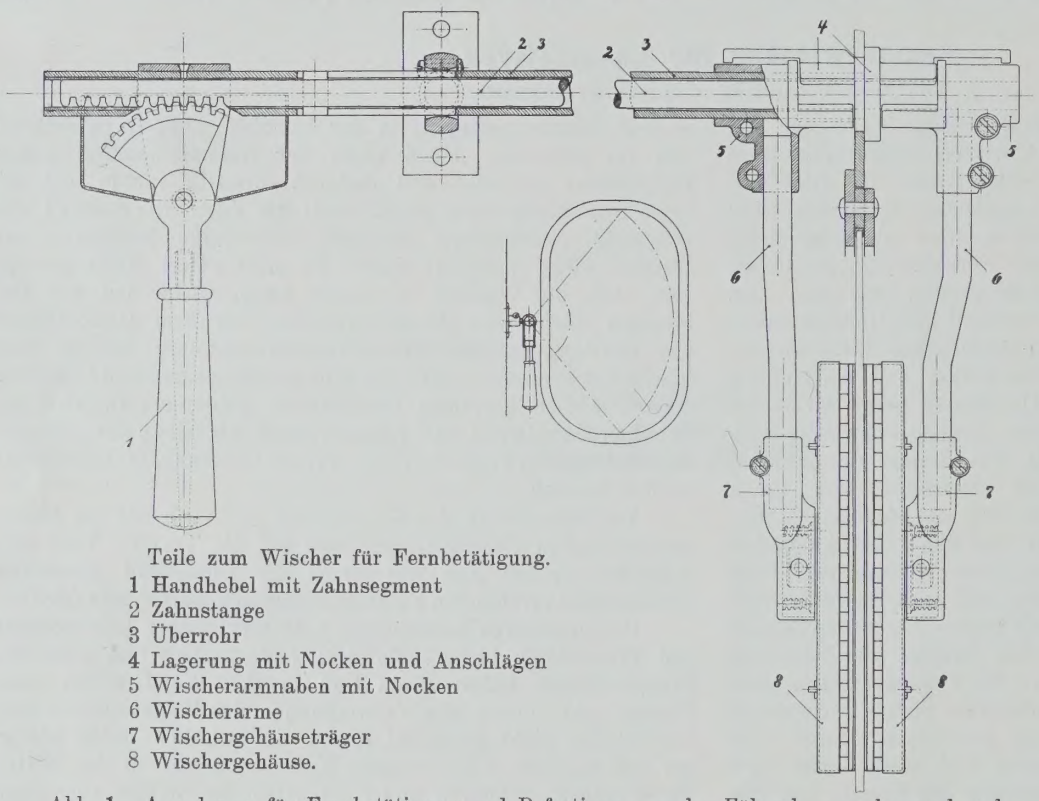
Die an anderen Fahrzeugen, z. B. elektrischen Lokomotiven und Triebwagen, bisher gebräuchlichen, grofsen und schweren Fensterwischer haben ihren Sitz in der Wand neben dem Fenster; sie können den Verwindungen des Wagenkastens und der Scheibe nicht genügend folgen und wischen daher häufig nur am äufseren oder inneren Ende oder nur in der Mitte. Krümmungen, Schlieren und Hohlstellen der Scheibe vermögen sie überhaupt nicht auszuwischen. Richtet man sie mit einer Feder in der Lagerung kräftig an die Scheibe an, so sind sie nur unter grofser Anstrengung zu bewegen und beanspruchen die Scheibe einseitig auf Biegung. Sie wischen zudem nur von aufsen, so dafs von innen jedesmal mit der Hand nachgewischt werden mufs, und können harte Schneekrusten und Eis nicht entfernen.

Sobald die Scheibe einer Dampflokomotive undurchsichtig wird, versucht der Lokomotivführer zunächst das Fenster, wenn es überhaupt erreichbar ist, zu öffnen und beiderseits abzuwischen. Hierbei schlägt ihm schon bei mäfsiger Geschwindigkeit ein mit Schnee und Regen vermischter Luftzug entgegen, der viel heftiger ist, als der, dem er sich bei seitlichem Hinauslehnen aussetzt, und der das Offenhalten der Augen für die Dauer des Abwischens meist zur Unmöglichkeit macht. Die zur Verfügung stehende Putzwolle ist fast immer etwas ölig und schmierig, so dafs die Scheibe beiderseits mit einem mit Putzwollfasern durchsetzten trüben Fetthauch bedeckt und die Durchsicht nicht in der wünschenswerten Weise verbessert wird. Dieses Abwischen ist auch bei den Lokomotiven, bei

denen das Fenster erreichbar ist, meist mit einer anstrengenden Reckung des Körpers über den vorstehenden Steuerbock hinweg verbunden und wird noch weiter durch die eingebauten Apparate behindert; es mufs trotzdem in kurzen Pausen, bei starkem Schneetreiben oft schon nach Bruchteilen von Minuten, immer und immer wiederholt werden und wirkt aufreibend und ermüdend. Die Lokomotivbeamten ziehen es infolgedessen vor, sich zur sicheren Beobachtung der Strecke seitlich zum Führerhause hinauszulehnen und sich dem anstürmenden Wetter preiszugeben. Man hat deshalb die meisten Lokomotiven aufsen mit schmalen seitlichen Windschutzscheiben ausgerüstet. Aber auch diese nützen nicht viel, sobald der Wind seitlich ansteht. Aufserdem beschlagen diese Scheiben auch selbst und müssen immer wieder abgewischt werden, wobei die Nässe beim Herumgreifen der Hand tief in den Ärmel hinauf eindringt. Das dauernde Hindurchsehen durch diese Scheiben zwingt zu einer seitlich gebückten, sehr unbequemen und ermüdenden Körperlage. Die Lokomotivbeamten legen sich daher mit Ellbogen und Hüfte auf die Fensterbrüstung auf, wobei ein Teil des Kopfes, Schulter und Arm der anstürmenden Nässe preisgegeben sind, und nicht selten — besonders in Kurven — auch von einem Strahl rufsgeschwärzten Wassers aus der überlaufenden Dachrinne getroffen werden. Schulter und Arm erleiden in der durchnäfsten Kleidung eine durch die Verdunstung in dem scharfen Luftzug vervielfachte, bei rheumatisch Veranlagten mitunter bis zur Schmerzempfindung gesteigerte, heftige Abkühlung. In diesen Umständen ist wohl der Grund für die häufigsten Berufskrankheiten der Lokomotivbeamten, das Gesichtsreifsen und den Schulterrheumatismus zu suchen, der bei den Führern vorzugsweise rechts, bei den Heizern links aufzutreten pflegt. Auch die so häufig vorkommenden Verletzungen des Auges durch Fremdkörper sind hauptsächlich durch das Hinauslehnen aus dem Fenster bedingt. So darf wohl von einer Vorrichtung, die stetig klare Sicht durch das Fenster hindurch gewährleistet, erwartet werden, dafs sie erstens die Betriebssicherheit zu erhöhen vermag, zweitens Ersparnisse im Betriebe durch Einschränkung der Krankenziffern und durch längere Dienstbrauchbarkeit der Lokomotivbeamten bringen und drittens eine Wohltat für diese darstellen wird, weil sie sie von dem steten, nervenzerquälenden Kampf mit der Behinderung in der Streckenbeobachtung befreit.

Die Fensterwischer, von denen bisher über 1000 Stück bei der Deutschen Reichsbahn, insbesondere an elektrischen Lokomotiven und Triebwagen der Gruppenverwaltung Bayern, neuerdings auch bei den Österreichischen Bundesbahnen in Benutzung sind, werden in zwei Ausführungen hergestellt*).

Die für Dampflokomotiven mit schwer zugänglichem Fenster bestimmte Vorrichtung (s. Abb. 1 »Anordnung für Fernbetätigung«) besteht im wesentlichen aus zwei die Scheibe von beiden Seiten gleichzeitig überstreichenden Wischern 8 die in ihrer Mitte von Armen 6 gefafst sind, von denen der äufsere auf einem Rundeisen 2, der innere auf einem dieses umfassenden Überrohr 3 festgeklemmt ist. Das Rundeisen ist im Überrohr in der Längsrichtung verschiebbar, desgleichen das Überrohr in seinen beiden Lagerungen, von denen die vordere 4 in der Führerhausvorderwand, die hintere am Langkessel oder der Führerhausseitenwand sitzt. Stange und Überrohr sind an dem den Wischern entgegengesetzten Ende durch einen einfachen Hebel oder Kniehebel oder gezahnten Hebel 1 derart gelenkig miteinander verbunden, dafs sie bei dessen Vor- oder Rückwärtsbewegung ineinander verschoben werden, bei seiner Drehung um die Längsachse aber dessen Drehung mitmachen müssen. Die Vorrichtung ist entweder an der Kesselwand oder, falls die Schiebefenster dies gestatten, an der Innenseite der Führerhausseitenwand oder auch an dem Führerhausdache parallel zur Fahrtrichtung so gelagert, dafs die vordere Führerhauswand zwischen den Wischern liegt, und dafs die Drehachse sich aufserhalb des Fensters und dessen Umrahmung befindet. Das Fenster kann daher bei Ruhestellung der Vorrichtung, bei welcher die Wischer senkrecht nach unten oder oben stehen, jederzeit geöffnet werden, ganz gleichgültig, ob es beim Öffnen um seitliche Angeln oder um Mittelzapfen zu drehen ist, oder ob es gar einen Bestandteil einer auf das Umlaufblech führenden Austrittstür bildet. Zur Betätigung wird der Hebel aus der Ruhelage soweit herausgedreht, dafs die zu ihm parallel liegenden Wischer vor das Fenster zu stehen kommen; wird dann der Hebel angezogen, so werden beide Wischer gegen das Fenster gepreſst, und es wird durch weiteres Drehen des Hebels in angezogenem Zustand das Fenster von den Wischern mit beliebig starkem Druck überstrichen und gereinigt. Zur einfachen Reinigung von Beschlag, Regen, Schmutz oder Schnee genügt also eine einzige Handbewegung.



Teile zum Wischer für Fernbetätigung.
1 Handhebel mit Zahnsegment
2 Zahnstange
3 Überrohr
4 Lagerung mit Nocken und Anschlägen
5 Wischerarmnaben mit Nocken
6 Wischerarme
7 Wischergehäuseträger
8 Wischergehäuse.

Abb. 1. Anordnung für Fernbetätigung und Befestigung an der Führerhausvorderwand und Feuerbuchswand.

Zur Beseitigung von Eis kann starker Druck durch kräftiges Ziehen am Hebel unbedenklich ausgeübt werden, weil die Wischer, je nach Anordnung des Hebels, stets mit gleichem

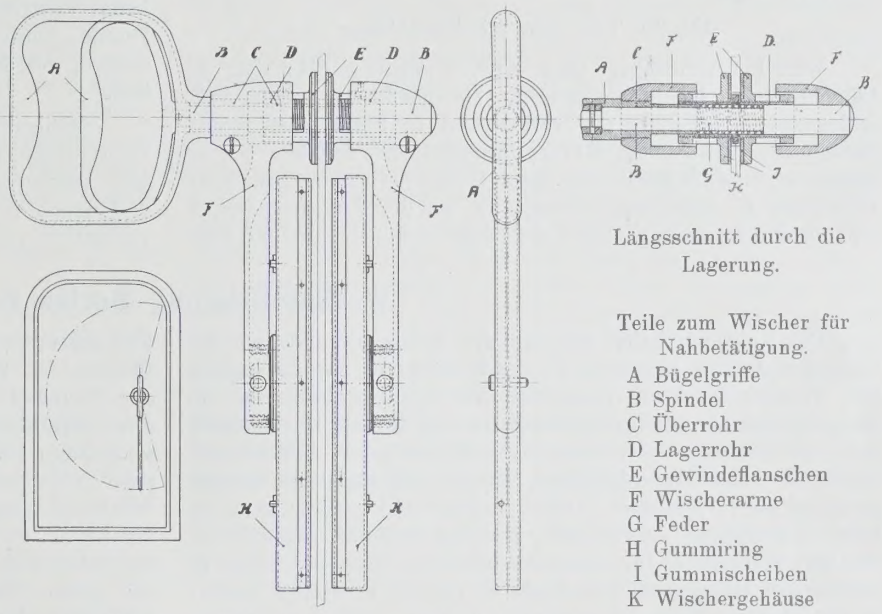
*) Deutsches Reichspatent und Auslandspatente. Anfertigung durch die Firma Harsowerk, Wiesbaden-Biebrich a. Rh., Rheingaustrasse 42.

er annähernd gleichem Druck gegen die Scheibe gepreſst rden, und die Scheibe daher stets nur eine beiderseitige essung erleidet, nicht aber einseitig auf Biegung beansprucht rd. Eine leicht einstellbare Verblockung, die an der vorderen gerung angebracht ist, begrenzt den Hub der Wischer in r Längs- und in der Drehrichtung und macht es unmögh, die Wischer aufeinander zu zu bewegen, solange sie nicht ll vor den Fensterscheiben stehen; sie hält die Wischer durch in jeder Lage von dem Fensterrahmen fern und verndert, daſs sie an ihm verletzt werden. Die Wischer werden n den Armen mit ganz geringem, durch kräftige Federn guliertem Spiel in ihrer Mitte gefaſst; dadurch wird erreicht, ſs sie sich auch unebenen oder schief stehenden Fensterneiben tadellos anpassen.

Der Wischer selbst (Abb. 3) besteht aus einem allseitig schlossenen, gegen Eindringen von Schmutz gesicherten länghen Messingblechkasten a, der auf einer Seite Messingne c trägt, die auf Gummi d elastisch gelagert sind und tliche Nasen tragen, mit denen sie in einer Längsnut der heidewand b festgehalten werden, während sich auf der deren Seite des Kastens eine in Messingch gefaſste Gummiplatte e befindet, die t Blattfedern f hinterlegt ist. Bei mäſsig rkem Druck am Hebel kommt nur die n den Blattfedern überall gleichmäſsig andrückte Gummiplatte zur Anlage an der nsterscheibe; bei kräftigerem Druck am bel jedoch tritt die Gummiplatte, unter sammendrückung der Blattfedern, bis in e Ebene der Messingzähne zurück, so daſs ztere etwa vorhandenes Eis fassen und abrengen können. Hierdurch ist sichere Entnung auch von Eiskrusten gewährleistet. er Gummi besteht aus einer um ihre Mitte ngebogenen Platte, die mit Hilfe eines ngelegten Messingdrahtes und davorgehlagener Stifte unter sorgfältiger Verkittung ihrer Messingfassung gehalten wird; die iden Kanten sind fein zugeschärft, damit bei möglichst geringer Reibung am Glase ch saugend in jede Vertiefung der oft ummen und mit Schlieren durchsetzten heiben eindringen können. Der Gummi lt jahrelang, wenn nur beim Anbringen n vornherein darauf geachtet wird, daſs ihm nicht durch zu htes Anliegen des Wischerkastens am Kessel zu viel Wärme geführt wird, die ihn vorzeitig spröde machen könnte. Auch ssen etwaige, zum Schmieren von Steuerungsteilen dienende sschnitte in den Umlaufblechen mit Klappen soweit ableckt sein, daſs nicht gröſsere Mengen Öl von den Rädern gen die Fenster geschleudert werden. Alle Teile des scherkastens sind lehrenhaltig und auswechselbar. Wo Eisutzer wegen des Klimas nicht nötig erscheinen, können malere nur mit Gummieinsätzen versehene Wischerkästen wählt werden.

Die Einzelteile sind so ausgeführt, daſs sie für jede Lokotivgattung in gleicher Form verwendet werden können. r die Länge des Wischergehäuses, der Rundeisenarme und Steuergestänges muſs, je nach Lage und Breite des Fensters l seiner Entfernung vom Stande des Lokomotivführers, für zelne Lokomotivgattungen verschieden gewählt werden. Wenn rnbetätigung nicht nötig ist, kann das Steuergestänge ganz z gehalten und die hintere Lagerung weggelassen, oder es n auch die Anordnung nach Abb. 2 angewendet werden.

Die leichtere Ausführung (Abb. 2) wurde auf Anregung Reichsbahn-Zentralamtes für elektrische Lokomotiven derart worfen, daſs sie in einem in die Glasscheibe zu schleifenden Loch unmittelbar oder mit Hilfe einer davorliegenden Stützplatte zu befestigen ist. Die Wirkungsweise ist die gleiche wie bei Abb. 1. Jedoch ist der Betätigungshebel durch zwei ineinander gleitende Bügel A ersetzt. Ein Lagerrohr D, an beiden Enden mit gleichsinnigem, aber verschiedene Steigung aufweisendem Gewinde versehen, wird unter Beilegung von druckverteilenden Gummi- oder Klingeritplatten J, durch zwei Gewindeflanschen E in der Bohrung der Scheibe festgeschraubt. Diese Gewindeflanschen tragen in ihren Hälsen über einen Teil des Umfanges Ausschnitte, in welche Stifte eingreifen, die in den glockenförmig ausgebildeten Naben der Wischerarme F sitzen. Diese Stifte begrenzen den Hub der Wischer sowohl in axialer Richtung wie in der Drehrichtung. Die Ausschnitte in den Hälsen der Gewindeflanschen sind an den äuſseren Ecken mit Rasten versehen, in die die Stifte unter dem Druck einer zwischen die Spindel B und das Überrohr C geschalteten Feder G sich einlegen und dadurch die Wischer in den Endlagen stets derart festhalten, daſs die Gummiplatten frei von der Scheibe abstehen. Sie würden hart und brüchig werden, wenn sie dauernd unter Druck an der Scheibe anlägen.



Längsschnitt durch die Lagerung.

Teile zum Wischer für Nahbetätigung.
A Bügelgriffe
B Spindel
C Überrohr
D Lagerrohr
E Gewindeflanschen
F Wischerarme
G Feder
H Gummiring
I Gummischeiben
K Wischergehäuse

Abb. 2. Anordnung für Nahbetätigung und Befestigung im Glas oder an einer Stützplatte.

Voraussetzung für dauernd gutes Arbeiten und für Sicherheit gegen Bruch der Scheibe ist bei dieser Ausführung sorgfältige Anbringung des Wischers und sorgfältiger Schliff der Bohrung in der Scheibe. Gutes Spiegelglas von 6 bis 8 mm Stärke genügt. Schalenförmige Absplitterungen an der Bohrung, wie sie bei Verwendung von Kronenbohrern leicht vorkommen, müssen unbedingt vermieden werden; die Gewindeflanschen der Lagerung finden sonst keine ebene Auflage und üben, sobald sie angezogen werden, auf einzelne Punkte der Scheibe einen ganz ungleichmäſsigen Druck aus, der leicht zum Bruche führen kann. Auch kann dabei die Lagerhülse so verzogen werden, daſs der Wischer klemmt. Man verwendet daher, wo geübte Arbeiter nicht zur Verfügung stehen, zur Herstellung der Bohrung am zweckmäſsigsten das Schleifverfahren mittels einer biegsamen Welle und kegelförmiger Schleifscheiben.

Soll schwächeres oder geringeres Glas verwendet werden, so empfiehlt es sich, zur Entlastung der Scheibe eine am Fensterrahmen angeschraubte Stützplatte zu verwenden. Diese kann entweder in einem Seitenausschnitt der Scheibe liegen, wobei die Fuge mit Kitt oder Gummidichtung ausgefüllt und mit dünnem federndem Messingblech abgedeckt wird; oder sie kann auch, um den Seitenausschnitt zu vermeiden, der in der Herstellung etwas teurer und bei Ersatz der Scheibe nur mit

einer gewissen Umständlichkeit wieder genau so anzubringen ist, auf der Innenseite der Scheibe angebracht werden, wobei ein aufgelöteter Eisenring durch eine Bohrung der Scheibe hindurchgreift und als Unterlage für den äufseren Gewindeflansch dient.

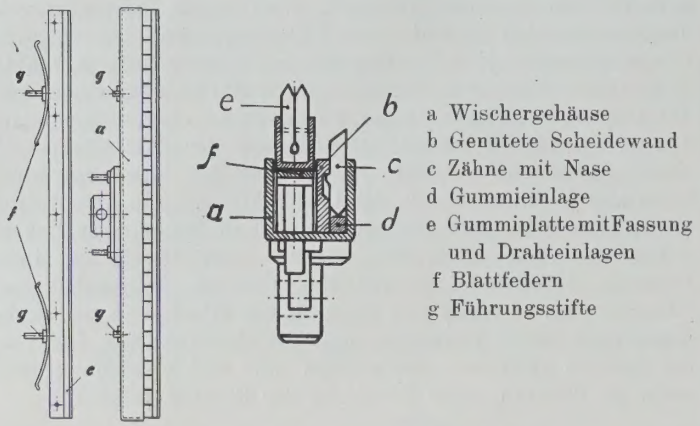


Abb. 3. Teile zum Wischergehäuse.

Der Fensterwischer nach Abb. 2 wird zweckmäfsig in Längen von 15 bis 25 cm gebaut. Er schafft mit seinem Ausschlagwinkel von 220° ein Gesichtsfeld in Form eines Kreisausschnittes von 30 bis 50 cm Durchmesser. Auf die Gröfse kommt es, wie die Erfahrung gezeigt hat, bei richtig gewählter Höhenlage im allgemeinen wenig an, da der Lokomotivführer infolge der Bewegung des Fahrzeuges seine Lage zum ausgewischten Gesichtsfeld ständig ein wenig verändert, so dafs der Ausblick auf die Strecke stets genügend grofs ist. Der kleinere Durchmesser hat den Vorteil, dafs der Druck auf den einzelnen Zahn gröfser ist und daher auch stärkere Eisschichten leichter beseitigt werden können. Will man, etwa in Gebirgsgegenden mit sehr starker Rauhfrost- und Eisbildung, auf den gröfseren Durchmesser nicht verzichten, so können die Zähne der Mittellage auf 10 bis 12 cm Breite um etwa 1 mm höher hergestellt werden, wodurch sie einen höheren Druck erhalten und einen Kreisring von entsprechender Breite mit Sicherheit auch von starker Eisablagerung befreien.

Auch in den Zugführerabteilen der Gepäckwagen können Fensterwischer nach Abb. 2 nützliche Dienste leisten. Die Fenster können während der Fahrt nicht geöffnet und abgewischt werden, da der Luftzug die grofse Menge der zum Sortieren aufgeschichteten Papiere durcheinander wirbeln würde. Vor allem im Winter benimmt die starke Eisbildung, die wegen der Innenheizung schon bei mäfsiger Kälte auftritt, den Ausblick oft gänzlich und macht es dem Zugführer unmöglich, die Signale mit zu beobachten, aufsergewöhnliche Geschwindigkeitsverminderungen dem Grunde nach festzustellen und sich bei der Durchfahrt durch Bahnhöfe vorschriftsmäfsig zu überzeugen, ob Kreuzungen und Überholungen planmäfsig stattfinden.

Schliefslich wird auch an vielen Kranen mit verglastem Führerstand, vor allem im Winter, ein Fensterwischer sichereres und rascheres Anheben und Absetzen der Last ermöglichen und damit die Sicherheit und Geschwindigkeit des Betriebes verbessern und ihn verbilligen.

Werkstofftagung Berlin 1927.

Die Notwendigkeit, während der Kriegszeit und den ihr folgenden Jahren in vielen Fällen Ersatzstoffe zur Erzeugung von Wirtschaftsgütern verwenden zu müssen, hatte in die gesamte deutsche Stoffbewirtschaftung eine gewisse Unsicherheit über die Gütewerte der Werkstoffe hineingetragen. Andererseits hatten die hohen Anforderungen, die das mannigfaltige Kriegsgerät an die erzeugende Werkindustrie stellte, diese auch zu hohen Leistungen angespornt. Es war bekannt, dafs hochwertige Werkstoffe für Bauteile höchster Beanspruchung in bestimmten Mengen und zu erhöhten Preisen erhältlich waren; es war aber im allgemeinen weniger bekannt, dafs die deutsche Hüttenindustrie für Eisen und Nichteisen sich auch auf die Massenerzeugung von Qualitätsware umgestellt hatte. Nach dem Kriege spielten die Anforderungen der Landesverteidigung an die Werkstofferzeugung nur noch eine untergeordnete Rolle. An ihre Stelle traten besonders die Belange der Verkehrsbetriebe als treibende Kräfte, so der Luftverkehr, das Automobil- und Eisenbahnwesen, mit Werkstoffanforderungen, die denen des Waffenwesens kaum nachstanden. Der Druck der ungünstigen Wirtschaftslage hatte auch den allgemeinen Maschinenbau für seine Konstruktionen auf den gleichen Weg verwiesen, nur hochwertigen Werkstoff zu verwenden, um die Einheit der Energie mit einem Mindestbetrag von Gewicht erzeugen oder übertragen zu können, und um die Unterhaltungskosten der Maschinen, soweit sie als Löhne in Erscheinung treten, niedrig zu halten. Ähnlich lagen die Verhältnisse im Eisen- und Schiffbau und im Bau landwirtschaftlicher Maschinen, deren Verwendung eine beträchtliche Steigerung erfahren hat.

So ist es zu verstehen, dafs zuerst in den Kreisen der Erzeuger des Werkstoffs das Verlangen entstand, durch eine durchgreifende Veranstaltung ihrer Kundschaft im In- und Ausland den hohen Stand der Werkstoffbeschaffenheit vor Augen zu führen und zu zeigen, welche hohen Gütewerte aus den einzelnen Stoffsorten bei richtiger Behandlung herauszuholen sind. Es hätte zu einer Halbheit geführt, wenn die Erzeugerkreise allein vorgegangen wären. Denn letzten Endes sind es die Verarbeiter der Werkstoffe und die Verbraucher der Fertigware, die Ansprüche an den Werkstoff stellen und diese formulieren müssen. Es war daher eine glückliche Entschliefsung beider Teile, Erzeuger und Verbraucher der Werkstoffe, sich zusammen zu tun, um die grofse Veranstaltung der Werkstofftagung in Berlin vom 22. Oktober bis 13. November ins Leben zu rufen und hierbei eine vorzügliche Gelegenheit für beide Teile zu schaffen, sich in ihren Belangen zu verstehen und deren Erfüllbarkeit auch auf die wirtschaftlichen Auswirkungen hin zu prüfen. Man könnte fragen, bot hierzu nicht das Zusammenarbeiten in zehnjähriger deutscher Normenarbeit genügend Raum und Zeit? Die Erfahrung sagt nein, einmal wegen der Hemmnisse mancherlei Art, die die Einführung der Normen in die Praxis findet, sodann weil es sich gerade bei den hochwertigsten Werkstoffen um solche handelt, die bisher aufserhalb der Normung stehen. Darum erhält die einmalige Werkstofftagung 1927 eine überragende Bedeutung gegenüber den mehrjährigen Arbeiten der Werkstoffnormung, deren Ergebnisse selbstverständlich auch in gebührender Weise in der Werkstoffschau zur Darstellung gebracht worden sind.

Als Träger der Veranstaltung erscheinen der Verein Deutscher Ingenieure, der Verein Deutscher Eisenhüttenleute, die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde und der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie. Zahlreiche andere technische Verbände waren eingeladen, ihre Jahresversammlung in die Zeit der Werkstofftagung zu verlegen und haben diese wirksam unterstützt. Die Stadt Berlin stellte ihre grofsen Ausstellungshallen am Kaiserdamm für die Werkstoffschau und Prüfschau, die Technische Hochschule in Charlottenburg, ihre Aula und grofsen Hörsäle für die Vorträge zur Verfügung. Damit sind die beiden Mittel, mit denen die Veranstalter ihren Zweck erreichen wollten, bezeichnet. Es kann nicht der Zweck des vorliegenden Berichts sein, ein-

hend die Werkstoffschau der Ausstellung zu beschreiben, er den Inhalt von rund 200 Vorträgen wiederzugeben. Eine hrige und vornehme Werbearbeit hat dafür gesorgt, dafs der suche der Veranstaltung ein sehr grofser war und dafs jeder sucher in zwei Druckschriften einen Führer durch die Aus-llung und durch die Vorträge erhielt. Ich darf mich daher f einige allgemeine Bemerkungen über die Tagung und ren bleibenden Wert beschränken.

Die ausgestellten Werkstoffe der Gruppen Eisen, Nicht-senmetalle und der Elektrotechnik boten eine Übersicht alles ssen, was in den verschiedentlichen Zweigen der ganzen chnik, von den Stätten der Heimarbeit bis zu den Werk-tten der Grofsbetriebe, verarbeitet wird. Sicherlich wird ancher Besucher von der Gröfse des Verwendungsgebietes der chteisenmetalle überrascht gewesen sein. Für viele Wirtschafts-zeugnisse ist der Werdegang der Fertigung vom Gufsblock s zum fertigen Stück gezeigt worden, u. a. für Schiene, hwelle, nahtloses Rohr. Die Formgebung der Werkstoffe f kaltem und warmem Wege wurde erläutert und Beispiele scher und richtiger Behandlung gegenübergestellt. Die irkung der Wärmebehandlung auf den Werkstoff zeigten hlgeordnete Proben und anschauliche Gefügebilder, das eignete Gerät, die Öfen verschiedenster Bauart für Härten, nsatzhärten, Nitrieren usw. wurden im Betrieb vorgeführt, e Schweifsbarkeit der Werkstoffe und ihre Verwertung an ner Reihe fertiger Schweifsarbeiten gezeigt. Die Darstellung n Betriebsschäden, hervorgerufen durch äufseren Angriff chanischer und chemischer Art, Dauerbruch, Rostangriff, griff von Gasen und Säuren fand aufmerksame Augen, ebenso e Mafsnahmen ihrer Verhütung.

Mit gleicher Sorgfalt wie die Werkstoffschau war die Über-ht über die Prüfverfahren für die Werkstoffe der Technik auf-baut. Die gröfsere Hälfte der ganzen Halle war zu einem grofsen boratorium für chemische, physikalische, mechanische, techno-gische, metallographische und röntgenographische Prüfung aus-baut. Nicht nur die genormten Geräte, sondern auch eine ofse Zahl Vorrichtungen neuerer Art, z. B. die für die Prü-ng der Ermüdungsfestigkeit und des Abnutzungswiderstands, ndblickfernrohre für Rohre, wurden im Betrieb vorgeführt d damit aller Welt gezeigt, dafs die deutsche Technik über e schärfsten Waffen verfügt, um sich Gewifsheit über die schaffenheit ihrer Werkstoffe zu verschaffen, sie auf Herz und Nieren prüfen zu können. Eine Sammlung Raumgitter-modelle zeigt den Stand der Werkstofflehre über den Atom-aufbau. Geräuschvoller arbeitete das Prüffeld für Isolierteile mit seiner 1 Million-Volt Gleichstromanlage.

Von den Vorträgen ist zu sagen, dafs das ganze Gebiet neuzeitlicher Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung von fach-kundiger Seite behandelt wurde und dafs hinsichtlich Anforde-rungen und Erfüllbarkeit derselben Erzeuger, Verarbeiter und Verbraucher zu Worte kamen und in der Aussprache sich offenherzig die Meinung sagten, wie es im Sinne der Veranstal-tung gelegen war. Wie ein roter Faden zog durch alle Dis-kussionen ein Leitgedanke, dafs der Erfolg aller Konstruktions-arbeit und wirtschaftlichen Beschaffungen sichergestellt ist, wenn zwischen Gestalter, Werkstofferzeuger und Verarbeiter in allen schwierigen Fällen rechtzeitig Benehmen über Sortenwahl, Ein-flufs der Form auf die Verarbeitung, Formgebung usw. statt-findet und, wenn besonders die Lieferbedingungen, Normen-vorschriften in gemeinsamer Arbeit der beteiligten Kreise zustande kommen. Das Erleben dieser Auffassung ist der bleibende Wert der Tagung für den Besucher. Fachvertreter des Auslands haben sich zahlreich zum Besuch der Ausstellung und der Vorträge eingefunden. Aus der Unterhaltung mit ihnen war zu erkennen, dafs sie der Veranstaltung und damit der deutschen Industrie volle Anerkennung zollten.

Was hinterläfst nun die Werkstofftagung dem deutschen Ingenieur und Unternehmer, der an ihrem Besuch verhindert war? Ein grofser Teil der Vorträge gelangt in den Fach-zeitschriften für das betreffende Arbeitsgebiet ungekürzt zum Abdruck. Die Gruppe Stahl und Eisen hat im Verlag Stahl-eisen m. b. H. Düsseldorf einen Führer durch die Vorträge ihrer Gruppe (zum Preise von 75 Pf.) herausgegeben, der eine gute Inhaltsübersicht bietet. Der Niederschlag der Veranstaltung ist in dem von beiden Gruppen, Eisen und Nichteisenmetalle, herausgegebenen Werkstoffhandbuch, einer Sammlung von Blättern, die den Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe und den verschiedenen Prüfverfahren gewidmet sind, die nach Bedarf ergänzt und berichtigt werden, zu erblicken. Seine Beschaffung ist zu empfehlen. Es steht zu hoffen, dafs auch in der späteren Entwicklung des grofsen Sammelwerks, Werkstoffhandbuch, der Gedanke der Fruchtbarkeit gemeinsamer Arbeit der erzeugenden und verbrauchenden Industrie in Werkstoffragen zu verspüren ist.

Füchsel.

Eine drei- und viergleisige Strecke mit in beiden Richtungen befahrenen Gleisen.

Von Geh. Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf.

Bei den grofsen Entfernungen zwischen den Bahnhöfen d Ausweichestellen in den Vereinigten Staaten hat das erholen langsam fahrender Züge, also im wesentlichen der terzüge, durch Personen- und Schnellzüge mit höherer hrgeschwindigkeit eine weit höhere Bedeutung als in Europa t seinem viel engeren Eisenbahnnetz. Es ist daher dort hts ganz Ungewöhnliches, dafs man von der Vorschrift des chtsfahrens abweicht und einen auf dem rechten Gleis ver-hrenden Zug durch einen anderen auf dem unrechten, das entlich dem Verkehr in der Gegenrichtung dient, überholen st. Bei dem in Amerika weit verbreiteten Verfahren, den gverkehr von einer Stelle aus zu leiten — train dispatching — darf es dazu besonderer Anordnungen des den Zugverkehr tenden Beamten; einige Eisenbahnen haben aber neuerdings zelne Gleise mehrgleisiger Strecken so mit Signalen ausgestattet, fs die Signale für beide Fahrtrichtungen benutzt werden nnen, so dafs es keiner besonderen Anordnungen für den rkehr der Züge auf dem unrechten Gleis bedarf, diese Züge lmehr in beiden Richtungen durch die zugehörigen Signale ihrem Lauf gesichert werden.

Bei der Cleveland-Cincinnati-Chicago und St. Louis-Eisenbahn verkehren schon seit Jahren die Personenzüge und die schnellfahrenden Güterzüge auf einer zweigleisigen Strecke im unrechten Gleis, um die langsamer fahrenden Güterzüge zu überholen, ohne dafs diese schweren Züge gezwungen werden, zum Halten zu kommen. Auf der Burlington und Quincy-Eisenbahn besteht eine solche Einrichtung auf einer 200 km langen Strecke, die Illinois Central-Eisenbahn hat 30 km einer zweigleisigen Strecke so mit Signalen ausgestattet, dafs ihre Gleise als zwei nebeneinander herlaufende Gleise von zwei ein-gleisigen Strecken betrieben werden können, und die Missouri Pacific-Eisenbahn richtet eine Strecke, die sie zweigleisig ausbaut, für diese Betriebsart ein, indem sie neue Lichtsignale für Rechtsverkehr aufstellt und die alten Armsignale für den Verkehr auf unrechtem Gleis gelten läfst. Bei der Burlington- und bei der Illinois Central-Eisenbahn sind auf dreigleisigen Strecken je das mittlere Gleis für den Verkehr in beiden Richtungen bestimmt und entsprechend mit Signalen ausgerüstet, und bei der New York Central-Eisenbahn wird ein Gleis der viergleisigen Strecke an der Einfahrt in ihren Endbahnhof in dieser Weise

betrieben. Bei der Chesapeake und Ohio-Eisenbahn betreibt man neuerdings sogar alle drei Gleise einer dreigleisigen Strecke so, dafs die Züge auf jedem in beiden Richtungen fahren und hat dabei auch noch einige Besonderheiten der Signalgebung eingeführt, auf die nachstehend kurz eingegangen werden soll.

Die fragliche Strecke ist etwa 16 km lang; auf ihr verkehren täglich 70 Güterzüge und 18 Personenzüge, dazu noch eine Anzahl leerfahrende Lokomotiven. Sie führt durch die Stadt Ashland; da aber deren Bahnhof die Züge häufig nicht aufnehmen konnte, kamen sie auf der Strecke zum Halten und versperrten dadurch einige von den 20 schienengleichen Strafsenkreuzungen in der Stadt. Um für diese Verhältnisse Abhilfe zu schaffen, wurde die Strecke derart viergleisig ausgebaut, dafs zwei Gleise, dem Güterverkehr dienend, nördlich um die Stadt herumgeführt wurden. Die beiden alten Gleise nehmen nur noch den Verkehr der Personenzüge auf. Den Übergang von der zweigleisigen zur viergleisigen Anlage bildet an beiden Enden eine dreigleisige Strecke. Auf der einen von diesen gilt als Regel, dafs zwei Gleise für den Personenverkehr vorbehalten bleiben, während das dritte die Güterzüge aufnimmt. Auf der anderen dreigleisigen Strecke fahren die Personenzüge in beiden Richtungen auf dem mittleren Gleis, während die beiden äufseren von den Güterzügen befahren werden. Alle Gleise sind aber so mit Signalen ausgestattet, dafs diese mit ihren Lichtern — es sind Lichtsignale gewählt worden — den Verkehr in beiden Richtungen sichern können. Dazu waren auf der 16 km langen Strecke mit ihren 47 km Gleis 85 Lichtsignale nötig.

Die Gleisanlagen waren etwa ein Jahr fertiggestellt, ehe die neuen Signaleinrichtungen in Betrieb genommen werden konnten. Ein Vergleich des Zugverkehrs vor und nach der Inbetriebnahme der Signale zeigt, dafs die Betriebsverhältnisse sehr erheblich verbessert worden sind. Die Züge verkehren mit gröfserer Regelmäfsigkeit, die Gefahr von Unfällen ist verringert, an Betriebskosten wird gespart, und Eingriffe des Zugleitungsbeamten sind seltener nötig als vorher.

Die Lichtsignale bestehen aus zwei übereinanderstehenden Lichtern, zu denen bei einigen noch eine Nummerntafel darunter kommt. Als Signalfarben sind rot, gelb und grün gewählt. Die Signalbilder und der Befehl, den sie übermitteln sollen, entsprechen den Regeln der Amerikanischen Eisenbahnvereinigung; nach unseren Begriffen erscheinen sie etwas verwickelt. Es bedeutet: zwei rote Lichter: Halt! — ein rotes Licht über einem gelben: langsam weiter fahren, sodafs der Zug jederzeit zum Halten gebracht werden kann; — ein rotes Licht über einem grünen: weiterfahren mit verringerter Geschwindigkeit. Gelbes Licht über rotem dient als Vorsignal bei auf Halt stehendem Hauptsignal, grünes Licht über rotem oder grünes Licht allein, dann aber mit einer Nummertafel darunter, als Signal für freie Fahrt. Zeigt sich unter dem doppelten oder einfachen roten Licht eine Nummertafel, so darf weiter gefahren werden, nachdem der Zug vorher zum Halten gebracht worden ist. Diese uns etwas unklar anmutenden Signalbilder sind n amerikanischer Ansicht einfacher als die älteren Armsign sie sollen leichter verständlich sein und die Gewähr für gl Abwickelung des Verkehrs bieten. Neben den genannten Signa mit zwei farbigen Lichtern, die an höheren Masten angebra oder an Gleisbrücken angehängt sind, sind noch niedrige Sign mit nur einem Licht vorhanden, bei denen rot Halt bed grün die Erlaubnis, langsam weiter zu fahren erteilt; Signale werden an den Stellen verwendet, wo mit ihnen Weichen in Verbindung stehen.

Schon vor mehreren Jahren hat die Chesapeake und Ol Eisenbahn eine Signalanlage für Betrieb in beiden Richtun auf einem Gleis entwickelt, die sie auf einer 120 km lang Strecke angewendet hat. Dort hat sie Wechselstrom, der einem Generator mit Handantrieb erzeugt wurde, angewend während sie in dem hier beschriebenen Fall teilweise mit Glei strom von 30 Volt Spannung arbeitet.

Im früheren Zustand kam es etwa 150 mal im Mo vor, dafs Züge von der üblichen Fahrrichtung abweichen mufst sie wurden bei den damals gebrauchten Armsignalen nur du die Befehle des zugleitenden Beamten gegen feindliche Fahr gesichert. Im August 1926 wurden auf dem mittleren Gl der einen dreigleisigen Strecke 210 Züge in unrechter Richtu gefahren, ohne dafs es dazu besonderer Anordnungen bedu hätte, und unter regelrechter Deckung durch Signale. Es also durch die neue Anlage nicht nur eine Vermehrung der Z zahl möglich geworden, sondern auch die Sicherheit des Betrie ist erhöht worden.

Der Strom zum Betrieb der Signalanlagen wird zum T aus einem bahneigenen Werk, zum Teil aus einem benachbar fremden Werk bezogen; er dient unter anderem zum Antri von zwei Drucklufterzeugern von je 0,3 m^3 Fassungsraum, abwechselnd arbeiten; ihr Motor wird selbsttätig eingeschalt wenn der Druck unter 3,2 at fällt, und selbsttätig ausgeschalt wenn er über 4,2 at steigt. Jeder Drucklufterzeuger arbei in Pausen von drei Stunden, ein Zeichen dafür, dafs der Lu verbrauch gering und die Leitungen ohne Undichtheiten si Die Luftleitungen nach den Weichen sind auf Betonstütz oberirdisch verlegt. Diese Stützen tragen auch einen Dra an den die nach den Weichen führenden Kabel angehängt si nur das kurze Stück Kabel, das von dieser Leitung quer z Gleis an die Weiche führt, verläuft unterirdisch. Durch di Art, die Leitungen zu verlegen, hat man erheblich an Baukos gespart. Die Leitungen können aufserdem bequem überwa werden. Die Anordnung hat sich nach mehrjährigem Gebrau bewährt. Die ganze Anlage hat, im Eigenbetrieb der Eisenba gesellschaft eingebaut, etwa 300000 Dollar gekostet. Sie sich als so zweckmäfsig erwiesen, dafs die Baupläne für nächste Zeit die Ausdehnung der vorstehend geschilder Betriebsart und der zu ihrer Ermöglichung nötigen Anlag auf andere Strecken vorsehen.

Der elektrische Betrieb der Natalstrecke der Südafrikanischen Regierungsbahnen.

Von **Alfred Marschall.**

Die Hauptverkehrsader Natals dient zur Verbindung des am Indischen Ozean gelegenen Hafens Durban mit der Landeshauptstadt Pieter-Maritzburg und zahlreichen landeinwärts gelegenen Orten des Landes, unter denen Ladysmith und Glencoe die bekanntesten sind. Die Bahnstrecke ist schon seit vielen Jahren im Betrieb und wird hauptsächlich für den Abtransport der in grofsen Mengen geschürften Mineralien, Gold, Kohle, auch Eisen und Kupfer, benutzt.

In den letzten Jahren erwies sich jedoch die Leistungsfähigkeit der Bahn als nicht mehr den Verkehrsanforderungen gewachsen, so dafs die Landesregierung sich zu einer erheblichen Verkehrsvergröfserung entschliefsen mufste. Die Elektrisierung der gesamten Hauptstrecke Durban—Vryheid (ver Abb. 1) versprach hierfür Abhilfe zu schaffen. In den Jahr 1922 bis 1925 ist nun der elektrische Betrieb soweit eingefü worden, dafs z. Z. der Abschnitt Pieter-Maritzburg—Glen völlig elektrisch betrieben wird.

Einige zahlenmäfsige Belege über die Verkehrsstärk seien mitgeteilt. Die Dampflokomotiven beförderten:

von Glencoe	nach Ladysmith	Zuggewichte von	900 t
» Ladysmith	» Mooiriver	»	» 650 t
» Mooiriver	» Maritzburg	»	» 745 t

während einer Tagesdienstzeit von 17,5 St. In der Gege richtung zur gleichen Zeit, meist mit Leerzügen, nur 35

chätzungsweise wurde ein Tagesverkehr von 21 650 t als öchstmafs für den Dampfbetrieb angenommen. Der elektrische etrieb sollte dagegen 31 700 t Tagesleistung ermöglichen. ies ist nicht nur erzielt worden, sondern wird wahrscheinlich rheblich überboten werden. Es werden z. Z. befördert:

der Küste zu über 20 000 t bis 24 600 t im Tag
landeinwärts » 11 800 » » » .

Der Wochentagfahrplan verzeichnet:

Personenzüge,	küstenwärts	6
»	landeinwärts	6
Güter-(Erz)züge,	küstenwärts	21
»	landeinwärts	22.

Abb. 1. Lageplan der Strecke Durban—Vryheid.

Bei der im Betriebe befindlichen elektrischen Strecke Maritzburg—Glencoe beträgt die mit Kapspur (1067 mm) ausgeführte Streckenlänge 275 km, die Gleislänge 497 km, somit sind 90 % der Strecke zweigleisig ausgebaut. Die Bahnebene hebt sich von 722 m ü. M. bei Maritzburg bis zu 1640 m bei New Dell in den Drakenbergen, fällt dann wieder mit geringen Gegengefällen bis auf 1040 m, verläuft weiterhin ziemlich eben bis Washbank und steigt noch einmal fast gleichmäfsig bis Glencoe in 1430 m ü. M. Steigungen bis 18 ‰ auf ununterbrochener Strecke von 23 km (Maritzburg—Duncairy) kommen vor.

Die Kraftversorgung erfolgt durch ein Dampfkraftwerk bei Colenso am Tugelafluſs. Dieses Werk enthält fünf Dampfturbinen-Einheiten von je 12 000 kW bei 3000 Umdrehungen in der Minute; Bauart C. A. Parsons, Newcastle u. T., ausgeführt als Zweigehäuse-Zwillings-Überdruckturbinen für 17,6 at Dampfdruck und Kondensation, direkt gekuppelt mit einem Drehstromgenerator von 12 000 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}8$, 6600 Volt, 50 Perioden. Jeder Maschinensatz ist während zwei Minuten bis 20 000 kVA überlastbar. Der garantierte Dampfverbrauch beträgt 4,67 kg je kWh. Eine nähere Darstellung des dampftechnischen Teils ist in der Zeitschrift des V. D. I. 1925, Heft 4, Seite 86, gebracht worden.

Neben dem Kraftwerk wurde ein Aufsenunterwerk errichtet, das fünf Transformatoreneinheiten aufweist, die die Generatorenspannung von 6600 Volt auf 88000 Volt erhöhen. Mit dieser Spannung erfolgt die Kraftverteilung auf zwölf selbsttätige Unterwerke längs der Strecke, die einen gegenseitigen Abstand von etwa 24 km aufweisen und sämtlich mit Transformatoren und Umformern gleicher Bauart und Leistung ausgerüstet sind. Jeder Einheitsumformersatz besteht aus einem Synchrondrehstrommotor von 2400 kVA Dauerleistung bei 500 Umdrehungen in der Minute, gekuppelt mit zwei mit Kompensationswicklung versehenen Gleichstromdynamos für je 1000 kW Dauerleistung bei 1500 Volt Ankerspannung, die in Reihe geschaltet sind und demgemäfs eine Gleichstromspannung von 3000 Volt abgeben, die unmittelbar zur Fahrleitung geführt ist. Jeder Maschinensatz trägt auf einer Welle je eine besondere Erregermaschine für das Polrad des Synchronmotors und für die Gleichstromseite. Die Umformer sind von der British-Thomson-Houston-Gesellschaft, während die selbsttätigen Schaltanlagen, die von Colenso aus bedient werden, von der Intern. General Electric Co. stammen.

Die auf Stahlrohrtürmen in Abständen von 180 bis 260 m verlegte 88000 Volt Leitung besteht aus drei Kupferkabeln, die in einer einzigen wagrechten Ebene liegen, also gegenüber den bekannten Anordnungen in Dreieckform bemerkenswert abweichen. Auf der oberen wagrechten Ebene der Türme sind zwei Erdleitungen aus galvanisiertem Stahldraht angebracht, so dafs also die Ebene der Kraftleitungen auf der ganzen Strecke durch eine darüber liegende, ihr parallele und geerdete Ebene geschirmt wird. Über die Vorzüge dieser Leiteranordnung lassen sich bestimmte Angaben mangels längerer Betriebszeit noch nicht machen. Bisher sollen die Ergebnisse bei gewitterreichen Tagen günstig gewesen sein. Die Aufhängung der Kraftleitungen ist im übrigen die bekannte mittels Mehrfach-Tellerisolatoren in weitgespreizter Doppelhängekette. Die Türme sind nur so hoch, dafs der geringste lichte Abstand zwischen Kraftleitung und Erdboden 6,6 m nicht unterschreitet.

Die von den Unterwerken gespeiste Fahrleitung für 3000 Volt ist eine einfache Kettenfahrleitung mit Stahldrahtkabel, das über Wittfeld-Doppelisolatoren gelegt ist und an Hängedrähten den eigentlichen Fahrdraht aus Kupferprofildraht trägt. Als Masten kommen entweder einfache Gitterausleger oder Gitterstützmaste mit Brückenjoch über den Gleisen vor.

Besonderes Interesse dürften die Lokomotiven*) beanspruchen, als Belege für die in Grofsbritannien zur Zeit geltenden Anschauungen über diese vielumstrittenen Ausrüstungsgegenstände einer elektrischen Vollbahn. Vorgesehen war folgendes Leistungsprogramm:

Es sollte ein Anhängegewicht von 1630 t auf einer Steigung von 10 ‰ in drei Minuten vom Stillstand auf eine Geschwindigkeit von 35 km/h gebracht werden bei einer Fahrdrahtspannung von —10 % der Nennspannung, also bei 2700 Volt ($p = 0{,}054$ m/sec). Dann sollte auf der gleichen Steigung diese Geschwindigkeit eingehalten werden können, während sie in der Ebene auf 58 bis 72 km/h steigen müfste.

Ferner sollte es möglich sein, einen Zug von 1485 t auf einem Gefälle von 20 ‰ vermittels Nutzbremsung durch die Lokomotive mit Sicherheit abrollen zu lassen.

Aus diesen Angaben läfst sich eine erforderliche Leistung von etwa 3200 PS berechnen, die angesichts der geringen Spurweite (1,067 m) und wegen verschiedener kleiner Halbmesser (bis zu 100 m herab), dann auch wegen des auf 18 t begrenzten Achsdruckes, auf drei gleiche Lokomotiveinheiten verteilt wurden.

Die Lokomotiven, deren Gesamtzahl 95 betragen wird, weisen folgende Kennzeichen auf:

Lieferant des mechanischen Teils: 60 Stück Schweizerische Lokomotivfabrik Winterthur. Die weitere Anzahl nach Zeichnungen von Winterthur durch englische Firmen.

*) Nach Mitteilungen der Metropolitan-Vickers-Co., Ltd., Manchester.

Lieferant des elektrischen Teils: Metropolitan-Vickers-Co. Ltd., Manchester.

Dienstgewicht: 65,5 t, davon 38,7 t auf den mechanischen Teil und 26,8 t auf den elektrischen Teil.

Bauart: A A — A A.

Zugkraft am Radumfang: 7450 kg dauernd | bei ungeschwächtem Motorfeld
9630 » während 1 h |
18200 » beim Anfahren.

Geschwindigkeit: 37 km/h dauernd | bei ungeschwächtem Motorfeld.
35 » während 1 h |
72,5 km/h höchstzulässig.

Treibraddurchmesser: 1,22 m; Achsdruck: 16,35 t.
Länge über Puffer: 13,3 » Gröfste Breite: 2,8 m.
Ganzer Achsstand: 9,4 »
Fester » 2,82 »
Abstand der Drehgestellmitten: 6,6 m.
Höhe von Kastenboden bis Stromabnehmerschleifstück im niedergelegten Zustande: 3,95 m.

Motoren: vier Gleichstrom-Reihenschlufsmotoren von je 300 PS (1 Std.),
Strafsenbahnbauart mit Zahnradübersetzung 1 : 4,42,
Ankerspannung 1500 Volt.

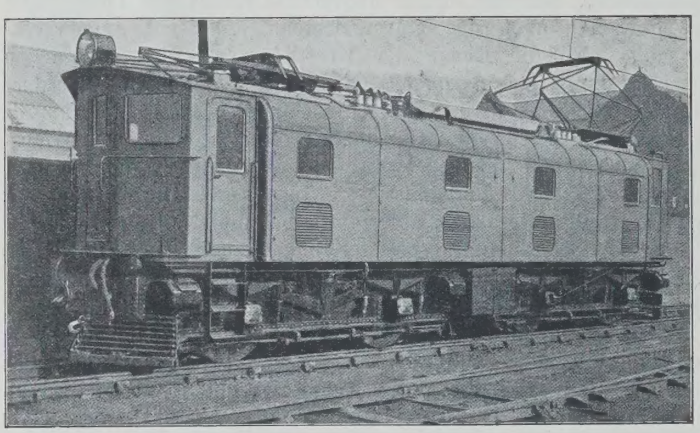


Abb. 2. B-B-Elektrolokomotive der Südafrikanischen Regierungsbahnen.

Bremsen: 1. Westinghouse-Druckluftbremse für die Lokomotive.
2. Elektrische Nutzbremsung.
3. Führerbremshahn für die Luftsaugebremsen des Zuges, da sämtliche Fahrzeuge aufser den hier besprochenen Lokomotiven Luftsaugebremsen Clayton-Hardy besitzen.

Steuerung: Mehrfachsteuerung mittels elektrisch gesteuerter Druckluftschützen. Diese erstreckt sich auf folgende Ausrüstungsteile:
1. Stromabnehmer und Haupttrennschalter,
2. Motorreglung,
3. Druckluftsandstreuer,
4. Drucklufterzeuger, geregelt über den Führerstandsdruckregler,
5. Luftsauger für die Zugbremsen, geregelt über den Führerbremshahn.

Stromabnehmer: zwei Scherenstromabnehmer mit zwei Schleifstücken.

Die Stromabnehmer sind so bemessen, dafs ein einziger Abnehmer den Strom einer Lokomotiveinheit dauernd führen kann. Eine Handpumpe dient zum Aufrichten eines Abnehmers bei Betriebsbeginn oder beim Versagen der Maschinendruckluft-einrichtung.

Vom Abnehmer wird der Strom in eine Hochspannungskammer geleitet. Ihre Tür schliefst den Raum ab, sobald der Haupttrennschalter einschaltet. In der Hochspannungskammer sind sämtliche Apparate, die gefährliche Spannungen aufweisen, untergebracht. Sie enthält den erwähnten Haupttrennschalter, der in üblicher Weise als Überstromschalter ausgebildet ist, dann die Umschalt- und Anlafsschützen für die Hauptmotoren, die Anlafswiderstände aus Gufseisen, ferner je einen doppelpoligen Hauptschalter nebst Sicherung für die Hilfsmaschinen, verschiedene Steuerrelais u. dergl. Die Hochspannungskammer liegt in der Mitte des Lokomotivkastens und läfst nur einen schmalen Seitengang frei, der als Verbindung zwischen den Führerräumen dient. Angrenzend sind untergebracht zwei Motorgeneratoren, ein Drucklufterzeuger, ein Luftsauger, verschiedene Luftbehälter und Niederspannungsapparate. Als Abschlufs des Kastens ist zu jeder Seite eine eigentliche Führerkabine angesetzt. Das Dach ist, die Führerkabinen ausgenommen, leicht abhebbar eingerichtet, so dafs die schwereren Ausrüstungsstücke bequem herausgehoben werden können.

Der kräftige Kastenrahmen ruht auf zwei Stahlgufsquerträgern mit halbkugeligen Drehpfannen, die auf entsprechend geformten, aus Phosphorbronze bestehenden Reibflächen des Drehgestellrahmens sitzen. Das eine Drehgestell ist indessen mit einer Auflagefläche versehen, die eine Änderung des Drehgestellmittenabstandes erlaubt, wie dies beim Kurvenlauf eintreten kann. Die Drehgestelle sind nämlich durch eine Mittelpufferungsverbindung in der Längsrichtung starr miteinander verbunden, da sie sämtliche Zug- und Stofsorgane tragen und demgemäfs der Kasten keine äufseren Kräfte aufnehmen soll.

Die Drehgestelle sind Aufsenrahmengestelle mit kräftigen Querverbindungen an den Enden und in der Mitte. Die äufseren Endplatten tragen je eine Mittelpufferkupplung, Bauart Laycock und die nach der Mitte zu gelegenen Querplatten die erwähnte Gelenkkupplung. Jedes Drehgestell besitzt zwei Treibachsen, deren Achsbuchsen in üblicher Weise mittels Blattfedern und Dämpfungsspiralfedern nebst Hebelausgleich mit den Drehgestellrahmen verbunden sind. Vergl. auch Abb. 2.

Die Triebmotoren sind vierpolige Gleichstromreihenschlufsmotoren mit Wendepolen und künstlicher Belüftung. Die Bauart ist so gedrängt, dafs trotz der schmalen Spurweite eine Stundenleistung von 300 PS bei 675 Umdrehungen in der Minute eingebaut werden konnte. Die Feldspulen besitzen eine Anzapfung für den Lauf mit geschwächtem Feld. Das Gehäuse ist ungeteilt. Die Motoren stützen sich einerseits mittels Tatzenlagers auf die Treibachse, andererseits sind sie über ein gefedertes Auflager an dem mittleren Querträger des Drehgestellrahmens befestigt. Das Zahnradvorgelege ist einseitig. Je zwei Motoren sind ständig in Reihe geschaltet, so dafs bei vier Motoren nur einfache Reihenparallelschaltung möglich ist.

Die elektrisch betätigte Druckluftsteuerung der drei gemeinsam arbeitenden Lokomotiveinheiten erfolgt über den Fahrschalter des jeweils vorn gelegenen Führerstandes. Der Fahrschalter besitzt drei entsprechend miteinander verriegelte Schaltwalzen:
1. Eine Walze für Nullstellung, Motoren vorwärts, Reihe und parallel, volles und geschwächtes Feld, rückwärts nur Reihe.
2. Eine Walze zum Abschalten der Anlafswiderstandsschützen.
3. Eine Walze zum Umschalten auf Nutzbremsung.

Die positiven Enden aller Steuerschützleitungen und der Leitungen des Schützenkreises für den Luftsaugermotor und Sandstreuer führen zur Walze 1. Auf Stufe 1 dieser Walze werden drei Umschaltschützen geschlossen und damit die Verbindungen zur Reihenschaltung der Fahrmotoren hergestellt, wobei sämtliche Anlafswiderstände vorgeschaltet sind. Dann wird Walze 2 mittels eines zweiten Hebels bewegt. Dieser »Beschleunigungshebel« ist mit einem Sperrhaken versehen;

ein leichter Druck gegen den Hebel zieht diesen Sperrhaken aus der Vertiefung der Kerbscheibe an der Walze und diese dreht sich selbsttätig um eine Stufe weiter. Jeder weitere Druck gegen den Beschleunigungshebel läfst die Walze um eine Stufe weiter vorschieben, so dafs trotz enger Stufenfolge stets ein genaues Stufenschalten erzielt wird. Hierbei nimmt aber der Beschleunigungshebel an der Winkeldrehung der Walze stets teil, so dafs es mechanisch leicht möglich ist, die Walze durch entgegengesetzen Hebeldruck in ihre erste Lage zurückzubringen. Dies mufs erfolgen, sobald nach dem stufenweisen Einschalten der Widerstände in der Reihenschaltung die Walze 1 auf »Parallel« gestellt werden soll. Darauf erfolgt das geschilderte Spiel des Beschleunigungshebels von neuem.

Der Steuerstromkreis ist so geschaltet, dafs ein Anfahren mit parallelgeschalteten Motoren unmöglich ist. Der Übergang von »Reihe« auf »Parallel« erfolgt durch eine Brückenschaltung am Hauptsteuerschalter, der weiter unten erläutert wird. Bei Überlast werden augenblicklich zwei Widerstandsstufen eingeschaltet, die Widerstandsschützen schalten sofort den gesamten Anlafswiderstand vor und erst dann erfolgt das Abschalten der Netzspannung. Zum Wiederanfahren mufs der Beschleunigungshebel in seine Anfangslage zurückgebracht werden und ebenfalls die Walze 1 in die »Reihenstellung«, bevor wieder eingeschaltet werden kann.

Bei der Nutzbremsung werden alle vier Motoren als Dynamos mit fremderregtem Feld geschaltet. Hierzu dient ein 28 kW-Motorgenerator. Dieser erzeugt eine, nur mit der Netzspannung schwankende, sonst gleichmäfsige Spannung. Seinerseits wird er erregt durch einen zweiten 16 kW-Motorgenerator. Spannungsschwankungen höheren Grades im Netze werden durch einen Dämpfungswiderstand zwischen Netz und Motoren unschädlich gemacht.

Mittels Schützen am Feldregelwiderstand des 28 kW-Motorgenerators können 13 verschiedene Bremsspannungen durch die Walze 3 am Führerschalter eingestellt werden.

Der Führer kann Nutzbremsung sowohl in der Reihen- wie in der Parallelschaltung der Motoren geben. Beim Nutzbremsen ist zuerst der Anfahrwiderstand vorgeschaltet und die Motorfelder werden schwach erregt. Es kann dann allmählich der Anfahrwiderstand abgeschaltet und die Felderregung verstärkt werden. Während der Nutzbremsung kann die Luftsaugebremsung des Zuges teilweise mitarbeiten, während eine Lokomotivdruckluftbremsung hierbei nicht möglich ist. Sollte indessen die Zugbremsung zu stark wirken, so wird die elektrische Bremsung sofort unterbrochen und die Lokomotivdruckluftbremsung wird für den Gebrauch wieder freigegeben.

Der Hauptstrom wird durch zwei Arten von Einzelschaltern gesteuert:

1. Eine Gruppe von Schützen für Unterbrechungs- und Widerstandsabschaltorgane, mit sehr starkem Kontaktdruck und einer kräftigen Abschaltfeder.

2. Eine Gruppe von Einzelschaltern, die mittels Kolbenhebel und Daumenscheibenwelle zwangsläufig betätigt werden. Der Antrieb dieser Steuerwelle erfolgt über ein Zahnritzel und eine Zahnstange durch ein Zweikammerkolbenschubwerk. Diese Gruppe dient zur Umschaltung der Motoren von Reihe auf Parallel, als Fahrtwender und zur Herstellung der Nutzbremsschaltung. Aufserdem zur Feldschwächung der Motoren.

Über den Schaltern der Gruppe 1 liegen die Anfahr- und Dämpfungswiderstände auf sorgfältig isolierten Trägern. Die Hochspannungskabel liegen in Stahlrohren, die einen gründlichen mechanischen und elektrischen Schutz gewähren. Die Starkstromverbindungen zwischen den Einzelschaltern und den Widerstandsverbindungen sind im übrigen, soweit dies möglich war, aus blankem Profilkupfer oder biegsamen Kupferblättern hergestellt. Die Steuerstromkabel liegen in besonderen Kabelrinnen. Sie führen zu den Fahrschaltern über eine besondere Schalttafel in jedem Führerstand, die es ermöglicht, die durchlaufenden Steuerleitungen sowohl vom Fahrschalter als auch von den Starkstromschützen vollständig zu trennen. Die durchlaufenden Steuerleitungen münden an den Lokomotivenden in je vier Kupplungssteckdosen.

Der Steuerstrom von 110 Volt wird durch den 16 kW-Motorgenerator erzeugt in Verbindung mit einer kleinen Akkumulatorenbatterie. Aufserdem dient dieser Maschinensatz zur Versorgung mit Licht, Strom für Luftsauger- und Druckluft-erzeugermotoren, für die Erregung des 28 kW-Motorgenerators, zur Führerstandsheizung und zur Batterieladung.

Die Welle dieses Motorgenerators trägt ein Flügelradgebläse zur Belüftung von zwei Fahrmotoren.

Der 28 kW-Motorgenerator dient zur erwähnten Felderregung der Fahrmotoren mit 0 bis 80 Volt während der Nutzbremsung. Auf seiner Welle sitzt ein zweites Flügelradgebläse zur Belüftung der übrigen zwei Fahrmotoren.

Beide Motorgeneratoren besitzen Doppelkommutatoranker mit je zwei getrennten Wicklungen für 1500 Volt, so dafs die Motoren an 3000 Volt gelegt werden können.

An Hilfsmaschinensätzen sind noch vorhanden:

1. Ein Drucklufterzeuger, bestehend aus einem zweipoligeu 8 PS 110 Volt Reihenschlufsmotor, der über ein Vorgelege mit einem liegenden 2-Zylinderluftpresser gekuppelt ist. Der Maschinensatz wird über einen selbsttätigen Anlasser mit Zeitverzögerungsrelais und über die Druckreglerkontakte in bekannter Weise gesteuert. Bei der Mehrfachsteuerung wird ein gleichmäfsiges Arbeiten der drei Luftpresser auf die durchlaufende Hauptluftleitung durch einen besonderen Überwachungsdraht, der sämtliche drei Druckregler miteinander verbindet, gewährleistet. Die erzeugte Prefsluft dient aufser zur Lokomotivbremsung noch zur Betätigung der Sandstreuer, der »Tyfon«-Signalhörner, der Schaltgruppenantriebe und der Stromabnehmer.

2. Ein Luftsaugersatz, bestehend aus einem 4 bis 6 PS, 110 Volt Reihenschlufsmotor mit Feldschwächungsstufe, direkt gekuppelt mit einem Saugrad. Er dient zur Betätigung der Zugbremsen und wird selbsttätig eingeschaltet sobald die Luftleere der Bremsleitung ungenügend wird.

Abschliefsend sei bemerkt, dafs die Lokomotiven sich vorzüglich bewährt haben. Vergleichsweise sei mitgeteilt, dafs ein elektrisch betriebener Zug mit 1300 t Anhängelast auf Steigungen von 15,4‰ mit 37 km Stundengeschwindigkeit befördert wird, während ein Dampfzug von nur 650 t Nutzlast auf dem gleichen Streckenabschnitt nur 13 km/h vorwärts kam. Die gröfste Tagesleistung auf der Strecke Glencoe—Mooiriver betrug bisher 24 600 t.

Die Anlagekosten der gesamten Streckenausrüstung, aber abzüglich der Lokomotivkosten, wurden ursprünglich auf 3318990 Pfund Sterling berechnet, es zeigte sich aber, dafs dieser Betrag auf 4 387 334 Pfund Sterling zu erhöhen ist. Inwieweit hierbei die als ein »Wunderwerk moderner Technik« gepriesenen, völlig selbsttätig arbeitenden Unterwerke, die vielfach in abgelegenem Gelände liegen, hierzu beigetragen haben, ist nicht ersichtlich. Die verwickelten Fernschalteinrichtungen dieser Unterwerke, über die nähere Angaben noch nicht zu erhalten waren, sollen indessen bis jetzt zur Zufriedenheit der Bahn arbeiten.

Berichte.

Allgemeines.

Internationaler Kongrefs für Materialprüfungen in Amsterdam vom 12. bis 17. September 1927.

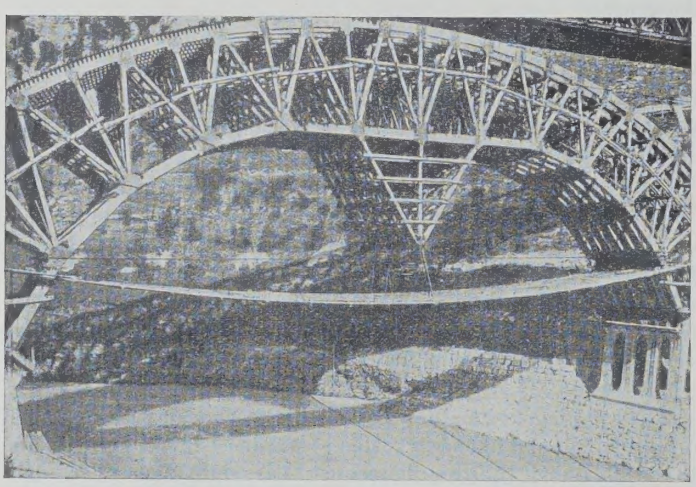
Der internationale Materialprüfungskongrefs in Amsterdam war der siebente seiner Art. Der erste fand in Zürich 1895 auf Anregung von Prof. Tetmajer statt. Das Ergebnis dieses Kongresses war die Gründung des Internationalen Verbandes für Materialprüfung, der sich u. a. die Aufgabe stellte, gleichartige Prüfungsverfahren zu entwickeln und festzulegen, um die technisch wichtigsten Eigenschaften von Bau- und anderen Stoffen aufzufinden und die dazu dienlichen Einrichtungen zu vervollkommnen. Weitere Kongresse fanden statt 1897 in Kopenhagen, 1901 in Budapest, 1906 in Brüssel, 1909 in Kopenhagen und 1912 in New York mit stetig zunehmender Beteiligung. Besonders den Materialprüfungsvereinigungen der Schweiz und Hollands war es zu verdanken, dafs nach dem Kriege im September 1927 wieder ein Kongrefs und zwar in Amsterdam zustande kam. Vertreten waren 23 Länder mit rund 500 Teilnehmern. Man einigte sich dahin, einen neuen internationalen Verband zu gründen mit dem Zwecke der Förderung der stoffkundlichen Forschung und der Vereinheitlichung der Prüfverfahren, und dessen einzelne Elemente die nationalen Materialprüfungsverbände bilden. So ist dafür gesorgt, dafs in dem ungeheuer gewachsenen Gebiet des Eindringens in den Bau der Stoffe und die Beherrschung ihrer Eigenschaften die gewonnenen Fortschritte nicht auf die engen Grenzen der einzelnen Länder beschränkt bleiben, sondern darüber hinaus, sich gegenseitig fördernd, wirksam werden. Die wichtigsten, in etwa 100 Vorträgen behandelten Gegenstände waren Gruppe A. Metalle: Baustahl hoher Festigkeit, rostfreier Stahl, Metallographie, Rekristallisation von Metallen, Prüfung der Abnützung und Härte, Prüfung gehärteten Stahls, Schlagproben, Ermüdungsproben, Einflufs hoher Temperaturen auf Metalle, Eisen- und Stahlgehalt in Nichtmetallen, Gufseisen einst und jetzt, Schweifsung, Prüfung und Justierung von Prüfungsmaschinen, Auswertung von Prüfungsergebnissen. Gruppe B. Zement, Stein und Beton: Eisenbeton mit Stahl hoher Festigkeit, Bestimmung von Betonmischungen, Beton und Eisenbeton in Meerwasser, die verschiedenen Normenprüfungsverfahren für Zement, Raumbeständigkeit des Zements, Aluminiumzement, Zellenbeton, Wetterbeständigkeit von Steinen, Prüfung von Ziegelsteinen, Prüfung feuerfester Stoffe, Wege-Baustoffe. Gruppe C. Übrige Stoffe: Neue Verfahren der praktischen Beurteilung und Bewertung von Ölen, Prüfung des Widerstandes von Mineralölen, insbesondere Transformatorölen gegen Oxydation in der Luft, Prüfung von Schmierölen, Petroleum und Dampfturbinenölen, Elastizität und Plastizität von Gummi, Fortschritt in der chemischen Prüfung von Kautschuk, Rostschutz, Prüfung von Holz für Bauzwecke, Prüfung und Einteilung von Bauhölzern, Prüfung von Anstrichen und Firnissen, Untersuchung von Brennstoffen, neuere Asphalttheorien, einheitliche Festlegung von Materialprüfungsverfahren, Bedeutung von Normalthermometern und Prüfung von Materialien*). Der nächste Kongrefs wird voraussichtlich 1931 in Zürich stattfinden. Dr. S.

*) Der Gegenstand eines von Burchartz gehaltenen Vortrags „Versuche mit Hochofenstückschlacke als Gleisbettungsstoff" ist im Organ 1927, Heft 16, Seite 292 veröffentlicht. Ein Aufsatz über einen von Spindel-Innsbruck gehaltenen Vortrag über Prüfung der Abnutzung folgt noch.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Der Wiederaufbau der Salcanobrücke über den Isonzo.

Im Kriege wurde die Steinbrücke über den Isonzo in der Nähe des Görzer Nordbahnhofs, die unter dem Namen Salcanobrücke bekannt ist, zerstört. Diese Steinbrücke hatte eine Hauptöffnung von 85 m Lichtweite und neun kleinere Öffnungen. Im Jahre 1918 wurde die Brücke unter Verwendung eines eisernen Hilfstragwerkes System Roth-Letagner von den Österreichern betriebsfähig gemacht.



Salcano-Brücke. Ansicht des beim Umbau angewandten Rüstbogens.

Die Erneuerung des Hauptbogens mit 85 m Lichtweite in Stein wurde vor kurzem durchgeführt. Das Gewölbe wurde wie das ehemals bestandene ausgebildet mit einer geringen Abänderung, die darauf ausgeht die Form des Gewölbes zu verbessern, um eine der Gewölbeachse sich möglichst anschmiegende Nutzlinie zu erzielen. Dies wurde erreicht durch ein Gewölbe in Korbbogenform mit drei Kreiszentren. So ist es ermöglicht worden die Gewölbestärke gegenüber der seinerzeitigen Ausbildung ohne ungünstigere Beanspruchungen des Gewölbematerials schwächer zu halten.

Das ursprüngliche Lehrgerüst hatte radiale Ausbildung, wobei die Streben senkrecht zum Gewölbemantel stehen und die Druckübertragung mittels zweier Sprengwerke auf die Flufsufer und einem gemauerten Mittelstützpfeiler erfolgte. Die Mittelstütze, die pneumatisch fundiert worden war, wurde nach Zerstörung der Brücke ebenfalls durch Sprengung bis unter dem Niederwasserstand zerstört.

Nach dem Erneuerungsentwurf wollte man den noch unter Wasser vorhandenen Teil der Mittelstütze verwenden, um ein Auflager für ein wie das ursprünglich ausgebildete Lehrgerüst zu schaffen. Aber die Untersuchungen liefsen erkennen, dafs die gemauerten Überreste der Mittelstütze ganz rissig waren und die Wiederinstandsetzung nur mit schwierigen Unterwasserarbeiten zu bewirken gewesen wäre. Diese Schwierigkeiten, die durch den Bergstromcharakter des Isonzo, der häufig Anlafs zu grofsen Überschwemmungen gibt, noch weiter gesteigert wurden, veranlafste die Bauunternehmung einen Entwurf eines Lehrgerüstes ohne Mittelstütze auszuarbeiten.

Dieser tatsächlich zur Anwendung gelangte Lehrbogen, ist aus der Abb. ersichtlich; er ist im grofsen und ganzen nach der Type Sejourné ausgebildet. Es handelt sich auch hier um eine radiale Ausbildung, bei der die Kräfte von zum Gewölbemantel senkrechten Streben aufgenommen und durch ein Tragwerk von Vieleckform, das durch Ketten versteift ist, auf die Knotenpunkte übertragen werden; der mittlere wagrechte Teil der Umrahmung besteht aus einem durch Metallseile verspannten Längsbalken, deren Spannung man je nach Bedarf mittels eigener Spannvorrichtungen zu ändern vermag. In Abweichung von der ursprünglichen Sejourné-Type ist die Gruppe der Radialstreben durch eine zweite Gruppe von Diagonalstreben vervollständigt worden, so dafs das Lehrgerüst als ein regelrechter Netzbogen in Holz angesprochen werden kann, der durch wagrechte Ketten versteift ist und dessen unterer mittlerer Teil durch die Zugvorrichtungen fast undeformbierbar gemacht wird.

Um die Stützweite des Lehrbogens zu vermindern sind an den Ufern des Flusses zwei Auflagerstützen in Eisenbeton geschaffen worden. Dadurch werden die Stützpunkte möglichst gegen die Mitte der Brücke zu verschoben; die tatsächliche Lichtweite des Bogens beträgt dadurch 57,40 m. Der Gewölbebogen ist hergestellt worden in Stein aus den Brüchen von Chiampo, Aviano und Nabresina nach dem Ringsystem; im mittleren Teil, wo die Scheitelstärke 1,80 m beträgt sind drei Ringe und gegen die Kämpfer, wo die gröfste Stärke 3,10 m beträgt, vier Ringe angeordnet.

Die Senkung des Lehrgerüstes betrug während des Anfbringens des ersten Ringes 50 mm und erhöhte sich bis 58 mm während des Baues der anderen Ringe. Bei der Ausschalung des Gewölbes, die am 11. und 12. Januar 1927 ohne den geringsten Anstand vorgenommen wurde, ergab sich eine Senkung im Scheitel von 6 mm.

Für den Gewölbebau wurden 1600 m³ Stein in 4533 Quadern verwendet. Das Gewölbe das am 1. September 1926 begonnen worden war, wurde am 9. Dezember, das heifst innerhalb eines Zeitraumes von 100 Tagen fertiggestellt, von denen jedoch 30 Tage wegen ungünstiger Witterung für die Steinversetzung nicht ausgenutzt werden konnten. R

(Riv. tecn. 1927. H. 4.)

Lokomotiven und Wagen.

Versuche der Deutschen Reichsbahn mit kohlensparenden Lokomotiven.

Einen kurzen Überblick über die Bestrebungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Verbesserung der Wärmewirtschaft im Lokomotivbetrieb gibt Reichsbahndirektor Fuchs in der Zeitschrift „Die Reichsbahn".

Die nächstliegenden, vom Beginn des Lokomotivbaues an einsetzenden Mafsnahmen der Steigerung des Dampfdruckes und stärkerer Dehnung, die bei 12 at einen spezifischen Dampfverbrauch von 11 kg/PS$_i$ ergeben hatten, lieferten bei 16 at und Verbundwirkung 9,5 kg. Den beträchtlichsten Fortschritt brachte bekanntlich die Überhitzung. Mit den nunmehr angewendeten 400° Überhitzung in Verbindung mit 14 bis 16 at Betriebsdruck ist eine Senkung auf 7 kg (5200 WE je PS$_e$-Std.) erzielt worden. — Von den Ende 1926 vorhandenen 25600 Dampflokomotiven waren 71% Heifsdampflokomotiven.

Bis hierher handelt es sich um erprobtes Gebiet. Zur Erforschung, in wie weit eine Erweiterung des Wärmegefälles im Lokomotivbetrieb nach oben durch Steigerung des Dampfdruckes, nach unten durch Einführung der Kondensation möglich ist, sind eine Reihe von Lokomotiven verschiedener Bauart beschafft worden oder stehen im Bau. Bekannt sind die Kruppsche und Maffeische Turbinenlokomotive*), letztere mit 22 at Betriebsdruck als äufserste Grenze eines gewöhnlichen Stehbolzenkessels, und die von der Schmidtschen Heifsdampfgesellschaft entworfene, von Henschel gebaute Höchstdruck-Kolbenlokomotive (60 at)**).

Erweiterung des Druckgefälles nach oben und unten vereinigt die bei Krupp bestellte Turbinenlokomotive mit 60 at Kesseldruck und Kondensation, deren Leistung 2500 PS betragen wird.

Ihre Feuerbüchse ist in Anlehnung an den Thornicroft-Schulz-Kessel so durchgebildet, dafs die Feuergase lediglich an dünnen Wasserrohren entlangstreichen und die der Speicherung von Wasser und Dampf dienenden Kesseltrommeln der Einwirkung der Feuergase entzogen sind. Die Lokomotive wird eine Hochdruckturbine und zwei Niederdruckturbinen erhalten und zwar eine Turbine für Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 50 km und die zweite für geringere Geschwindigkeiten. Dadurch wird für die sehr mafsgebliche Niederdruckturbine bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten eine günstigere Umlaufzahl erzielt und der Dampfverbrauch wesentlich verringert. Die Lokomotive dürfte eine Kohlenersparnis von etwa 25 v. H. ergeben.

Einen eigenartigen Weg zur Erzeugung von Höchstdruckdampf hat Professor Löffler gezeigt. Er überhitzt Dampf in einem beheizten Überhitzer und leitet den gröfseren Teil dieses Heifsdampfes in den Wasserraum eines nicht beheizten und zum Teil mit Wasser gefüllten zylindrischen Kessels, wobei der Heifsdampf seine Wärme an das Wasser abgibt und dieses dadurch verdampft. Den erzeugten Dampf pumpt er wieder in den Überhitzer. Der nicht zur Dampferzeugung verwendete Teil — etwa ein Viertel — des überhitzten Dampfes steht zur Arbeitsleistung im Dampfzylinder zur Verfügung und kann dann frei auspuffen. Nachdem eine nach diesem System arbeitende ortsfeste Anlage bei Wien längere Zeit gearbeitet hatte, entschlofs sich die Berliner Maschinenbau-A.-G. vorm. L. Schwartzkopff, auf Bestellung der Deutschen Reichsbahn in die Durchbildung einer nach dem Löffler-Verfahren arbeitenden Lokomotive mit 100 at Kesseldruck heranzugehen. Das Verfahren bietet den Vorteil, dafs Kesselsteinablagerungen in dem nicht beheizten Dampferzeuger unschädlich sind, als Speisewasser also das übliche Rohwasser verwendet und die Lokomotive mit Auspuff betrieben werden kann. Sie läfst eine Kohlenersparnis von etwa 45 v. H. erwarten.

Eine nach dem Benson-Verfahren arbeitende Lokomotive ebenfalls für 2500 PS hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft bei der Firma Maffei bestellt. Dabei wird bekanntlich der Dampf mit dem kritischen Druck von 225 at erzeugt, und, zwecks Überhitzung auf 180 at abgedrosselt, in einer Hoch- und Niederdruckturbine ausgenutzt, unter Niederschlag in einem Kondensator.

Mit der Benson-Lokomotive kann ein Kohlenverbrauch von etwa 0,5 kg für eine PS$_e$-Std. und eine Kohlenersparnis von 50 v. H. gegenüber der Einheitsschnellzuglokomotive erwartet werden. Die nach dem Benson-Verfahren arbeitende Turbinenlokomotive bietet die äufserste und nicht mehr zu übertreffende Möglichkeit, den Dampfverbrauch durch Erweiterung des Druckgefälles herabzudrücken.

Weiterhin war man naturgemäfs bemüht, die Brennstoffkosten durch Verwendung billigerer Kohlensorten, insbesondere auch von Braunkohlen, dem bei der Verschwelung anfallenden Halbkoks sowie Fein- und Staubkohle zu senken. Auf dem Lokomotivrost lassen sich diese Brennstoffe bei den erforderlichen hohen Rostbelastungen nur als Briketts verfeuern, die aber teuer sind. Die beste Feuerung für diese Kohlensorten ist die Kohlenstaubfeuerung, bei welcher der zu feinstem Staub vermahlene Brennstoff durch Druckluft in den Verbrennungsraum eingeblasen wird. Sie ermöglicht überdies eine weit günstigere Verbrennung. Es wurde daher angestrebt, die Kohlenstaubfeuerung auch bei Lokomotiven anzuwenden. Die bei ortsfesten Kesseln üblichen Anordnungen waren bei der Lokomotive aber nicht zu gebrauchen, weil die von ihnen benötigten grofsen Verbrennungsräume nicht vorhanden waren. Beim Entwurf einer Kohlenstaubfeuerung für Lokomotiven mufsten daher neue Wege gegangen werden, die nach langjährigen Bemühungen endlich so erfolgreich waren, dafs demnächst zwei Lokomotiven G 8² der Deutschen Reichsbahn mit der von der A. E. G. entworfenen Kohlenstaubfeuerung in Betrieb genommen werden können. Auch eine weitere von einer Studienvereinigung mehrerer anderer Lokomotivfabriken unter Führung der Firma Henschel ausgebildete Kohlenstaubfeuerung ist nunmehr soweit ausgebildet, dafs sie im Betriebe erprobt werden kann.

In ganz anderer Richtung liegen die Bestrebungen, die Dampflokomotive ganz zu verlassen und den Verbrennungsmotor mit seinen viel besseren thermischen Eigenschaften an die Stelle zu setzen. Eine Diesellokomotive ist bei der M. A. N. Augsburg und der Maschinenfabrik Esslingen im Bau. Sie verwendet zur Kraftübertragung Druckluft, die von einem 1000 PS Dieselkolbenkompressor erzeugt, durch die Abgase des Dieselmotors erhitzt wird, um dann in Lokomotivzylindern Arbeit zu leisten.

*) Organ 1925, S. 8; 1926, S. 72.

**) Organ 1926, S. 76.

Neu erschienene Lonormen.

Aufser den in Heft 9 vom 15. September 1923, Seite 181 und 182, Heft 16 vom 30. November 1924, Seite 367 und Heft 24 vom 30. Dezember 1925, Seite 536 veröffentlichten Lonormen sind erschienen:

LON	52	Einheitliche Bezeichnung der Lokomotiven und Tender
„	101	Durchgangslöcher für Schrauben
„	202	Buchsen
„	203	Steuerungsbuchsen
„	251	Stellringe für Bolzen
„	252	Blanke Scheiben für Bolzen
„	253/4	Bolzen abgesetzt und glatt
„	261	Dichtringe für Waschluken, Ellipsenform
„	262	Domdichtringe
„	263	Dichtringe für Verschraubungen, Gewindezapfen und Flansche
„	270	Dichtungslinsen
„	273	Überwurfmuttern
„	274	Bundbuchsen
„	275	Doppelnippel
„	277	Hahnkükensicherung
„	278	Scheiben mit Vierkantloch für Hähne
„	279	Sechskant-Verschlufsschrauben
„	293	Rundgewinde für Feuerlöschstutzen und Anschlufs für Kesselablafshähne

LON 301 Schrauben für Lokomotivbau (Übersicht)
„ 302—354 Schrauben der verschiedensten Formen und Verwendungszwecke
„ 382, 384 Einfach- und Doppelschraubenschlüssel
„ 383 Aufsteckrohre für Einfachschraubenschlüssel
„ 391—401 Muttern verschiedener Form
„ 406 (DIN 93 und 432 gekürzt) Sicherungsbleche
„ 428 Hahngriffe mit Holzheft
„ 429 Hahngriffe aus Flufsstahl
„ 438 Handräder für Ventile von 25 bis 70 mm Nennweite
„ 1108 (DIN 1754 gekürzt) Kupferrohre, nahtlos
„ 2003 Kipprostst äbe
„ 2009 Nietschrauben mit Rille
„ 2010 Nietbolzen für Rost mit Rille
„ 2012 Nietbolzen für Rost mit Ansatz
„ 2038 Nietkopfschrauben, Nietschraubenbolzen, für Kessel
„ 2061 Stehbolzen
„ 2102 Domoberteil
„ 2116 Mannlochring auf Domoberteil zum Speisewasserreiniger
„ 2157 Bügelanker gepreíst
„ 2171 Längsanker mit Gabel
„ 2172 Längsanker mit Gewinde
„ 2175 Bodenanker, rechteckig
„ 2201—2215 Drehbare Feuertüren verschiedener Form
„ 2216—2221 Klapptüren, Zusammenstellung und Einzelteile
„ 2234—2238 Feuerlochschoner, rechteckig, für Befestigung an Grundplatte
„ 2301 Schieberregler, Zusammenstellung
„ 2302 „ Reglerkopf für 80 mm Nenndurchmesser
„ 2303 „ Reglerkopf für 100, 120 und 140 mm Nenndurchmesser
„ 2304 „ Grundschieber
„ 2305 „ Entlastungsschieber
„ 2306 „ Federträger, Führungsblech
„ 2307 Reglerstange für Schieberregler
„ 3004 Dampfpfeifenhahn
„ 3021/2 Fangrohr, Fangtrichter für Wasserstandprüfhähne
„ 3031 Durchgangshähne
„ 3033 Durchgangshahn, Nennweite 25 für Rohranschlufs auf beiden Seiten
„ 3035/6 Zapfhähne mit gebogenem und mit geradem Auslauf
„ 3038/9 Wasserstandprüfhahn mit Flansch, mit Gewindezapfen
„ 3044 Hahnküken für Scheibe für Durchgangs- und Zapfhähne
„ 3046/7 Druckmesserhahn mit Flansch und mit Gewindezapfen
„ 3048 Hahnküken für Federsicherung
„ 3220—3225 Selbstschlufs-Wasserstandanzeiger mit Flansch, Zusammenstellung, Einzelteile
„ 3229/30 Wasserstandablafshahn mit Bund für Laternenstütze
„ 3244/5 Wasserstandmarken
„ 5001 Kolbenstangen-Durchmesser
„ 5005/6 Kolbenbefestigung für 26 bis 50 mm und 55 bis 130 mm Kolbenbohrung
„ 5102/3 Zylinderventil mit Zweischraubenflansch, Gewindezapfen
„ 5337 Gelenkbolzen für Kuppelstangen
„ 5510 Steuerungsbolzen
„ 6001 Untere Signalstütze
„ 6002 Obere Signalstütze gekrümmt
„ 6003 Obere Signalstütze gerade
„ 6051 Trittbleche
„ 6111—6122 Wassereinlauf für Tender in verschiedenen Abmessungen
„ 7020 Hebelnaben
„ 105 Teilung für Niet- und Schraubenverbindung
„ 2176 Bodenanker rund
„ 6144 Drehbarer Klappsitz, Zusammenstellung
„ 6145—6148 Drehsitz, drehbarer Klappsitz.

Im ganzen sind, wie wir einem Bericht der V. D. I.-Nachrichten entnehmen, bis jetzt vom Engeren Lokomotiv-Normen-Ausschufs (Elna), der die Normung in engster Fühlungnahme mit dem Deutschen Normenausschufs durchführt, etwa 280 endgültige Normblätter und sechs in Buchform erschienene Normen aufgestellt. Der engere Lokomotiv-Normen-Ausschufs „Elna“ hat ein neues Verzeichnis aller bisher erschienenen Lonormen (Lokomotivnormen) herausgegeben, das von der Geschäftsstelle, Anschrift: „Elna m. Br. Hanomag, Hannover-Linden, Postfach 55“ unentgeltlich bezogen werden kann. Nach Abschlufs der noch in Bearbeitung befindlichen Entwürfe wird insgesamt mit einem Normenwerk von etwa 500 Einzelblättern zu rechnen sein.

Der Lokomotivbau konnte etwa 160 allgemeine DIN-Blätter, die hauptsächlich allgemeine Grundnormen enthalten, unverändert übernehmen. Sie wurden ergänzt durch einige für den Lokomotivbau notwendige besondere Normen, so u. a. einheitliche Benennungen, Zeichnungsverzeichnisse, Abkürzungen und Mafseinheiten.

Hinsichtlich der technischen Grundnormen ist zu bemerken, dafs mit Rücksicht auf die Ausbesserung der Fahrzeuge bei der Reichsbahn eine Anzahl von Sondergewinden als Normen aufgestellt werden mufste. Die Normungsarbeit auf diesem Gebiet kann als abgeschlossen angesehen werden.

Die Normen für Werkstoffe und Halbzeuge wurden ebenfalls im wesentlichen den Dinormen entnommen. Für einen Teil der nahtlosen Flufsstahlrohre mufsten im Hinblick auf die besonderen Verwendungszwecke gegenüber den DIN-Rohren für den Rohrleitungsbau einige Ergänzungen vorgenommen werden.

Von den allgemeinen Einzelbauteilen konnten die Nieten und Schrauben mit sämtlichem Zubehör den Dinormen entnommen werden, wobei sich allerdings die zusätzliche Normung einiger Sonderschrauben, wie z. B. der Pafsschrauben, nicht vermeiden liefs. Auch mufste für die Stiftschrauben eine Sondernorm geschaffen werden, da mit Rücksicht auf die Ausbesserung ein Einschraubgewinde von stets gleicher Gangzahl (10 Gang auf 1“) gewählt werden mufste.

Das gesamte Gebiet der Rohrverbindungen, wie Flanschen, Verschraubungen, Dichtungen, Linsen usw. mufste mit Rücksicht auf die im Lokomotivbau vorliegenden besonderen Verhältnisse besonders bearbeitet werden.

Die Normung der zusammengesetzten Lokomotivteile stellt ein Hauptarbeitsgebiet des Elna dar. Die Normen der Kesselbauteile und Grob-Ausrüstung sind abgeschlossen. Ein beträchtlicher Teil der Normen für Feinausrüstung liegt ebenfalls vor.

Für Rahmen und Laufwerk werden demnächst abgeschlossen die Normung der Federn, Federaufhängung und Radsätze. Aus den Gruppen Zylinder, Triebwerk und Steuerung liegen wohl einige Normen von untergeordneten Bauteilen vor; die Hauptteile jedoch können nicht oder nur aufserordentlich schwer genormt werden. Die Normung der Einzelteile für Führerhaus, Wasser- und Kohlenkasten, Laufbleche und Verkleidungen ist, soweit sie überhaupt normungsreif sind, abgeschlossen oder steht kurz vor dem Abschluls. Für die Bremsteile sind die Vorarbeiten geleistet und alle in Frage kommenden Normblätter in Arbeit.

Die Normen für den Austauschbau konnten restlos auf die Dinormen aufgebaut werden. Die Pafsdurchmesser stellen eine Auswahl aus den Normaldurchmessern nach DIN 3 dar. Als Pafssystem wurde das System der Einheitsbohrung gewählt, aus dessen Sitzen eine Auswahl getroffen wurde. Wegen der grobgearbeiteten Teile im Lokomotiv- und Wagenbau, wo gröfsere Toleranzen und Spiele benötigt werden, wurden die groben Preíssitze und grofsen Spiele geschaffen. Dafs hierdurch einem auch in andern Industriezweigen vorliegenden Bedürfnis entsprochen wurde, beweist die Tatsache, dafs diese groben Toleranzen von vielen Seiten begrüfst wurden und Anwendung gefunden haben.

Die Arbeiten über Gewindepassungen sind abgeschlossen. Für die Normung der Preíssitze sind Versuche im Gange. In Erkenntnis der Schwierigkeiten der richtigen Anwendung der Passungen und mit Rücksicht auf eine den Betriebsverhältnissen und der wirtschaftlichen Herstellung und Ausbesserung entsprechende Tolerierung der Lokomotiveinzelteile wurden die „Toleranzvorschriften für Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft“ aufgestellt. Diese geben für jedes bei den Einheitslokomotiven anzuwendende Einzelteil die Toleranzen an, wodurch eine vollständig übereinstimmende Fertigung bei allen Lokomotivbauanstalten und ein einwandfreier Bezug von Ersatzteilen gewährleistet ist.

Um die Einführung der Normen zu erleichtern und die einzelnen Firmen zu entlasten, werden die Normblätter, da sie selbst nur für den Bürogebrauch gedacht sind und infolge der tabularischen Mafsausführung und gedrängten Darstellung sich für die Werkstatt im allgemeinen nicht eignen, an zentraler Stelle für sämtliche Lokomotivfabriken in sogenannten Normwerkzeichnungen ausgewertet. Diese Normwerkzeichnungen sind den Bedürfnissen der Werkstatt entsprechend aufgezogen und enthalten alle für die Fertigung not-

wendigen Eintragungen. Bis heute liegen etwa 600 Stück dieser Normwerkzeichnungen vor.

In welchem Umfang die Normung schon praktisch durchgeführt ist, beweist die Tatsache, dafs bei der aus 5424 verschiedenen Teilen bestehenden 1 C 1-h 2-Personenzug-Tender-Lokomotive 1451 Normteile, 2842 Typenteile, d. h. Einzelteile, die bei möglichst vielen Lokomotivteilen Verwendung finden, und 1131 freie Konstruktionsteile verwendet werden.

Betrieb in technischer Beziehung; Signalwesen.

Verwendung von Lautsprechern und drahtloser Telephonie im amerikanischen Eisenbahnbetrieb.

Im Hauptbahnhof Saint Paul (Ver. Staaten) werden seit einiger Zeit Lautsprecher mit Erfolg verwendet. Mit ihrer Hilfe werden alle Zug- und Rangierbewegungen im Bahnhof geleitet. Die im Einfahrbahnhof eingelaufenen Züge werden nach 27 verschiedenen Gruppen ausgeschieden. Alle zum Zerlegen dieser Züge notwendigen Anordnungen werden vom Rangiermeister mittels Lautsprechers dem Stellwerkpersonal und den Abfängern übermittelt. Vor der Ankunft eines Zuges im Bahnhof wird das gesamte Personal durch Lautsprecher von der bevorstehenden Ankunft verständigt. Alle zum Freimachen von Gleisen und Weichenstrafsen erforderlichen Weisungen werden so auf schnellste und eindeutige Weise gegeben.

Seit Einführung der Signalgebung mittels Lautsprechers ist es gelungen, den Zugein- und- auslauf flüssiger zu gestalten. Langes Liegenbleiben von Zügen vor den Einfahrtsignalen konnte auf ein Mindestmafs beschränkt werden. Die Abwicklung aller Rangierbewegungen erfolgt reibungsloser und schneller als bisher. Rangierschäden wurden geringer, da diese Art der Verständigung viel genauer und eindeutiger ist, als alle bisher angewandten optischen und elektrischen Signalgebungen. Sie ist von den Witterungseinflüssen fast unabhängig. Das Anlernen von neu zugeteiltem Personal ist in kürzester Zeit möglich. Die Verwendungsmöglichkeit des gesamten Bahnhofpersonals wird dadurch vielseitiger, wodurch die Wirtschaftlichkeit des Bahnhofes bedeutend erhöht wird.

Der Bahnhof Saint Paul ist mit 29 Lautsprechern ausgestattet, die alle gut gehört werden. Die Anlagekosten betrugen 6000 Dollar. Schon kurze Zeit nach Inbetriebnahme der Anlage hatte sich das Personal vollständig an sie gewöhnt.

Auf der New Yorker Zentralbahn wurden Versuche mit drahtloser Telephonie zwischen Lokomotiv- und Zugbegleitpersonal zur Verständigung über das Ergebnis der Bremsprobe usw. mit Erfolg durchgeführt. Die dabei benutzte Einrichtung bestand auf der Lokomotive und beim Schlufsbremser aus je einer vereinigten Geber- und Empfängerstation. Die Belastung des Zuges bestand aus 115 Güterwagen mit Luftbremsung. Diese Art der Signalgebung wurde auch mit Erfolg zwischen Zug- und Stationspersonal angewandt. Überall war eine einwandfreie Verständigung möglich mit Ausnahme auf einer langen schweren Brücke. Scherer.

Bulletin, März 1927.

Ersparnisse im Verschiebedienst.

Die amerikanische Seaboard Air - Eisenbahn hat neuerdings 25 dreiachsige Lokomotiven für den Verschiebedienst beschafft, sie 16 Bahnhöfen zugeteilt und während 14 Tagen genaue Aufzeichnungen über ihre Leistungen und ihre Betriebskosten machen lassen. Sie ging dabei von dem Gedanken aus, dafs den Fortschritten des Lokomotivbaus bei der Beschaffung von Verschiebelokomotiven nicht genügender Wert beigelegt wird, dafs man aber mit Lokomotiven, die unter Anwendung neuzeitlicher Grundsätze besonders für den Verschiebedienst gebaut sind, bedeutende Ersparnisse im Betriebe erzielen könne. Diese Erwartung hat sich im vollen Umfang erfüllt.

Die Lokomotiven haben eine Zugkraft von 20,5 t; ihre Zylinderabmessungen sind 584 zu 711 mm; ihre Triebräder haben 1295 mm Durchmesser. Der Kessel arbeitet mit einem Dampfdruck von 14,4 at. Die Steuerung ist für eine Regel-Füllung von 65 % entworfen.

Der Kohlenverbrauch der neuen Lokomotiven betrug 31,8 kg für das Lok-km im Verschiebedienst, während die älteren Lokomotiven, die durch die neuen ersetzt worden waren, für die gleiche Leistung 37,8 kg Kohle verbraucht hatten. Es wurden mit den neuen Lokomotiven mehr Wagen in weniger Lokomotivstunden als früher bewegt; die Zahl der Wagen in der Lokomotivstunde stieg von 15,5 auf 18,8, die auf den einzelnen Wagen entfallenden Kosten gingen auf 10,7 Cents herunter, was eine Verminderung um ein knappes Fünftel bedeutet. Als Gesamtergebnis wird von den Beamten der Seaboard Air Eisenbahn die Feststellung angesehen, dafs das in den Lokomotiven angelegte Kapital sich mit 50 % verzinst habe. Ein Drittel der dabei erzielten Ersparnis entfällt auf den verminderten Kohlenverbrauch und auf verringerte Unterhaltungskosten, ein weiteres Drittel auf ersparte Löhne, ein geringer Anteil auf Ersparnisse im Heizhausbetrieb. Die Ersparnisse beruhen nicht etwa auf theoretischen Berechnungen, sondern sind das Ergebnis von Ermittelungen im praktischen Betrieb, wobei nur die Unterhaltungskosten geschätzt sind, für die natürlich der neue Zustand der Lokomotiven und die kurze Dauer des Beobachtungszeitraums keinen Mafsstab abgeben konnten. Wernekke.

Betrieb eines amerikanischen Zugbildungsbahnhofs.

Der Bahnhof Rutherford der Reading-Eisenbahn liegt etwa 9 km östlich von Harrisburg in Pennsylvanien. Im Jahre 1926 wurden in den Verschiebeanlagen dieses Bahnhofs 1 385 770 Güterwagen behandelt. Der gröfste Teil des den Bahnhof Rutherford in der Richtung nach Osten durchlaufenden Verkehrs besteht, namentlich in den Wintermonaten, aus Kohle; infolgedessen laufen in der Gegenrichtung zahlreiche Leerwagen.

Der Bahnhof liegt in einem Tal, der Raum für ihn ist daher in der Breite beschränkt. Der Bahnhof ist zum Teil aus diesem Grunde so eingerichtet, dafs die Wagen ihn in gerader Richtung durchlaufen. Er besteht für jede Richtung aus drei hintereinanderliegenden Gleisgruppen: den Einfahrtgleisen, den Ordnungsgleisen und den Ausfahrtgleisen. Die Einfahrtgleise für die eine Richtung liegen jeweils neben den Ordnungsgleisen und den Zufahrten zum Eselsrücken für die Gegenrichtung. Um jede der sechs Gleisgruppen führt ein Umfahrungsgleis. Die Personenzuggleise sind aufsen um den ganzen Güterbahnhof herumgeführt. Der Bahnhof hat im ganzen 84 Gleise, die 4976 Wagen aufnehmen können. Ihre Verteilung ist die folgende: für den Verkehr nach Osten: 11 Einfahrtgleise für 703 Wagen, 37 Ordnungsgleise für 1915 Wagen, 8 Ausfahrtgleise für 530 Wagen; für den Verkehr nach Westen: 8 Einfahrtgleise für 629 Wagen, 17 Ordnungsgleise für 979 Wagen, 3 Ausfahrtgleise für 220 Wagen. Im ganzen sind die Gleise des Bahnhofs ohne die durchgehenden Hauptgleise 112 km lang; in ihnen liegen 377 Weichen. Die Ordnungsgleise sind unter etwa 1 : 200 geneigt. Für die Richtung nach Westen werden die Weichen von Hand bedient, für die Richtung nach Osten sind druckluft-elektrische Einrichtungen vorhanden. Um den Betrieb in der Nacht ebenso wie am Tage fortsetzen zu können, ist besondere Vorsorge für taghelle Beleuchtung getroffen (sog. Flut-Beleuchtung). Die Mannschaften, die die abrollenden Wagen für den Verkehr nach Osten begleiten, werden durch einen Triebwagen zum Ablaufpunkt zurückgebracht; in der Gegenrichtung müssen sie zurücklaufen.

Die Zahl der Mannschaften, die die abrollenden Wagen begleiten, richtet sich nach den Vormeldungen über die Stärke der Züge. Es wird in drei Schichten gearbeitet. Im Februar 1926, dem verkehrsstärksten Monat mit 67 493 in der Richtung nach Osten über den Eselsrücken gelaufenen Wagen, wurden beispielsweise von der ersten Schicht von 949 Mann 23 762 Wagen in 14 087 Gruppen beim Ablauf begleitet. Für die Richtung nach Westen waren die Leistungen, auf die Mannschaft bezogen, etwas höher, weil die hier anhaltenden leeren Wagen in gröfseren Gruppen abrollen.

Beschädigt einlaufende Wagen können in einer auf dem Bahnhof befindlichen Betriebswerkstatt in Stand gesetzt werden. Diese besteht aus einem Gebäude von 183/38 m Fläche mit vier Gleisen, auf denen 40 Wagen mit schwereren oder 52 Wagen mit leichteren Schäden aufgestellt werden können. Aufserdem können 318 Wagen, an denen kleinere Instandsetzungsarbeiten vorzunehmen sind, im Freien aufgestellt werden. Die Belegschaft der Werkstatt besteht aus 218 Mann; daneben arbeiten 113 auf dem Bahnhof. Die Werkstattgleise werden täglich mehrmals bedient, und es wird Wert darauf gelegt, die Wagen schnell in Stand zu setzen und sie dann so schnell wie möglich wieder auf den Weg zu bringen. Im Durchschnitt eines längeren Zeitraums hat der Aufenthalt eines Wagens auf den Werkstattgleisen rund 26 Stunden gedauert.

Im Laufe des Jahres laufen etwas über 1,25 Mill. Wagen über seine beiden Eselsrücken. Im Winter, der Zeit des stärksten Verkehrs,

beträgt der Tagesdurchschnitt etwas über 4000; die höchste erreichte Tagesleistung war 5191 Wagen in beiden Richtungen bei Arbeiten in drei Schichten, die höchste Schichtleistung in einer Richtung 1117. Alle 25 Sekunden lief also ein Wagen ab.

Auf den 37 Gleisen der Ostgruppe werden die Wagen nach 36 Zielen, auf den 17 Gleisen der Westgruppe werden sie nach 14 Zielen geordnet. In den ersten fünf Monaten des Jahres 1927 bestand jede Gruppe von gemeinschaftlich ablaufenden Wagen in der Richtung nach Osten durchschnittlich aus 1,65, in der Richtung nach Westen aus 2,45 Wagen. Die 1385770 Wagen des Jahres 1926 machten im Monatsdurchschnitt die Verwendung von 7,9 Lokomotiven mit 5807 Lokomotivstunden nötig. Im Jahre 1927 sind die Lokomotivleistungen, bezogen auf die Zahl der behandelten Wagen noch etwas verbessert worden. Wernekke.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Vorläufiger Abschlufs der Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.

Wie die Schweizerischen Bundesbahnen, die für das Jahr 1928/29 eine Pause im weiteren Ausbau ihrer elektrisierten Strecken einzuschalten für nötig erachteten, — teils wegen des wirtschaftlichen Abbaues des Personals und der vielen vorhandenen Dampflokomotiven, teils wegen der sonst notwendig werdenden Errichtung neuer Kraftwerke — sind nun auch die Österreichischen Bundesbahnen zu dem Entschlufs gekommen, einen vorläufigen Stillstand in der Elektrisierung ihrer Bahnen eintreten zu lassen. Die Gründe sind einesteils solche der Kapitalbeschaffung, anderenteils solche der Wirtschaftlichkeit. Sie sind näher in Aufklärungen enthalten, die Direktor Ingenieur Taussig von der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen der Öffentlichkeit gab und die sich auf die besonderen Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die (noch nicht elektrisierte) Strecke Wien—Salzburg stützen. Wir entnehmen ihnen auszugsweise folgendes:

Direktor Taussig führte zunächst aus, dafs für eine Elektrisierung der genannten Strecke keine technische Notwendigkeit vorliege. Der elektrische Betrieb sei wohl im Gebirge dem Dampfbetrieb durchaus überlegen, in einem flachen Gebiet, wie es bei der Strecke Wien—Salzburg gegeben ist, sei aber die Dampflokomotive der elektrischen Maschine vollkommen gleichwertig und die Strecke Wien—Salzburg könne ebenso rasch mit den neuen Dampflokomotiven zurückgelegt werden, als mit elektrischen Lokomotiven. Besondere kommerzielle Gründe könnten unter Umständen wohl die Elektrisierung einer Bahnlinie notwendig machen; im vorliegenden Falle fehle jedoch jeder auswärtige Wettbewerb und damit entfalle auch der Zwang zur Änderung des bisherigen Systems.

Es verblieb also nur das reine Rentabilitätsprinzip, d. h. die Frage, welche Betriebsart wirtschaftlicher ist, die mit Dampflokomotive oder jene mit elektrischen Maschinen. Mit Rücksicht auf die aufserordentliche Bedeutung des gesamten Fragenkomplexes seien daher überaus eingehende und langwierige Berechnungen angestellt worden, um die pekuniären Vorteile, aber auch die Lasten des elektrischen Betriebes festzustellen. Als Berechnungsgrundlage wurde hierbei die Verkehrszahl des Jahres 1926 gewählt zuzüglich einer Steigerung von 20%, die dem Verkehr des Jahres 1930 wahrscheinlich entsprechen dürfte. Eine Gegenüberstellung des Für und Wider hat nun folgendes Bild ergeben:

Beim elektrischen Betrieb entfallen

1. Die Aufwendungen für die Kohle, die auf der Linie Wien—Salzburg 7½ Millionen Schilling ausmachen.
2. Mannschaftslöhne in der Höhe von 3,28 Millionen.
3. Instandhaltung der Dampflokomotiven mit 11 Millionen

Der Elektrisierung wurde auch noch die Verzinsung des Maschinenkapitals und die Tatsache der geringeren Veräufserung des Materials sowie der Rauchfreiheit mit 1 Million Schilling zugute gerechnet.

Die Lastenseite der Elektrisierung zeigt ihrerseits folgende Zahlen:

1. Kosten des elektrischen Stromes im Ausmafs von 118 Millionen Kilowattstunden, zu je 7 Groschen, 8,26 Millionen Schilling.
2. Instandhaltung der elektrischen Maschinen mit 8,6 Millionen.
3. Erhöhte Kosten für den Oberbau 1,1 Millionen.
4. Zinsendienst des Anlagekapitals.

Direktor Taussig berechnet die Kosten der Elektrisierung der Strecke Wien—Salzburg mit 180 bis 200 Millionen Schilling. Diese Summe müsse nun schätzungsweise mit 7,3% verzinst werden. Bei einer auf 30 Jahre berechneten Tilgung ergebe sich dazu noch eine Tilgungsquote von 0,96%, so dafs der jährliche Dienst des Anlagekapitals insgesamt 8,26% ausmache. Bringe man nun all die Aufwendungen, die sich aus der Elektrisierung ergeben, in Zusammenhang mit den pekuniären Vorteilen dieses Betriebes, so ergebe sich ein jährlicher Verlust von 9650000 bzw. 8650000 Schilling, je nachdem man die mit einer Million veranschlagten Vorteile des elektrischen Betriebes (Rauchfreiheit usw.) in Anrechnnng bringt oder nicht.

Direktor Taussig behandelte sodann die Frage des Kohlenpreises und des Kohlenverbrauches der Bundesbahnen. Auf diesem Gebiete machen sich nun, wie die nachfolgende Aufstellung zeigt, die grundlegenden Verschiebungen am Kohlenmarkt und die technischen Verbesserungen im Lokomotivenbau in nachhaltiger Weise bemerkbar. So zeigt ein Vergleich, dafs für 1000 tkm verbraucht wurden: im Jahre 1923 157 kg Kohle, 1924 126, 1925 113, 1926 107, 1927 104 kg.

Die Summe, die in der gleichen Zeit für die im Betrieb der Bundesbahnen benötigte Kohle aufgewendet wurde, ist mit jedem Jahre geringer geworden. Sie betrug im Jahre 1923 100 Millionen Schilling, 1924 68,7 1925 50,9, 1926 44,9,

Der allgemeine Rückgang der Kohlenpreise spielt hierbei eine ebenso grofse Rolle, wie die oben angeführte Einsparung im Kohlenverbrauch der einzelnen Maschinen. Noch wichtiger als die beiden Faktoren ist aber die Tatsache, dafs durch die mittlerweile erfolgte Elektrisierung von mehreren hundert Kilometern der Kohlenbedarf gleichfalls eine sehr erhebliche Ermäfsigung erfahren hat.

Direktor Taussig behandelte sodann die Frage noch vom Standpunkte des Publikums, wobei er eine Einschränkung der Rauchplage für durchführbar erklärte, und vom Standpunkt des Arbeitslosenproblems, wobei er zeigte, dafs durch andere vordringliche Bestellungen der Österreichischen Bundesbahnen sowohl für die Arbeiterschaft als auch für die Industrie schädliche Folgen vermieden blieben. — Aus all den angeführten Gründen könne eine Weiterführung der Elektrisierung nicht mehr verantwortet werden. Ue.

Buchbesprechungen.

J. Jahn: Der Lauf von Eisenbahnfahrzeugen durch Gleiskrümmungen. Berlin 1927. Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn. 151 Seiten.

Der Verfasser stellt sich zunächst die Aufgabe, für Gleisfahrzeuge üblicher Achsanordnung diejenige „zwanglose Stellung“ genau zu bestimmen, welche sie „als Ergebnis der an den Auflagestellen der Räder auftretenden Reibungs- und der sonstigen auf sie ausgeübten äufseren Kräfte“ in Gleisbogen einzunehmen bestrebt sind. Diese wichtige Aufgabe ist bereits allgemein und in Anwendung auf die wichtigsten Lokomotivanordnungen naturwissenschaftlich exakt und praktisch brauchbar gelöst durch Uebelacker in dessen 1903 im „Organ“ veröffentlichten, vom V. D. E. preisgekrönten „Untersuchungen über die Bewegung von Lokomotiven mit Drehgestellen in Bahnkrümmungen“, der sich damit das Verdienst erworben hat, ein bis dahin völlig dunkles, schwieriges und wichtiges Gebiet aufgehellt zu haben. Der Verfasser sagt darüber in der Einleitung und im Vorwort des vorliegenden Buches, dafs Uebelacker die genannte Aufgabe bereits gelöst habe, und weiter wörtlich: „dies solle auch die seine sein, jedoch wolle er eigene Wege gehen, und die rechnerischen durch zeichnerische Verfahren ergänzen, er hoffe, zeigen zu können, dafs wir auf diese Weise zu weiteren Zielen und wichtigen Baugrundsätzen gelangen.

Er habe es unternommen, die Aufgabe bis zu den letzten Schlufsfolgerungen für alle nur denkbaren Achsanordnungen zu durchdenken." Dies mufs als Richtschnur für die Beurteilung des Buches dienen.

Die gekennzeichnete „zwanglose Stellung" ist mafsgebend für das Verhalten der Fahrzeuge in der Bahnkrümmung. Sie bestimmt zunächst die Gröfse der Richtkraft und des Schubes der Schiene auf die anlaufenden Räder; diese Richtkraft bzw. der „Schub" und die Fahrzeugstellung bestimmen wieder, zusammen mit dem Krümmungshalbmesser, den Krümmungswiderstand und die Abnutzung von Rad und Schiene, sowie, zusammen mit der Radbelastung, die Entgleisungsgefahr. Alle diese Zusammenhänge und Wirkungen hat Uebelacker in seiner genannten Arbeit, in einigen Punkten ergänzt durch meinen 1913 im Organ veröffentlichten Aufsatz „Zum Verhalten von Eisenbahnfahrzeugen in Gleisbogen", eingehend untersucht und klargelegt.

Wie löst nun Prof. Jahn die gekennzeichnete Aufgabe mit diesen Folgerungen auf eigenen Wegen? Er fängt ganz von vorne an, weist vor Eintritt in die eigentliche Aufgabe zunächst auf neue Art nach, dafs ein Fahrzeug mit steif im Rahmen gelagerten Achsen in der Bahnkrümmung eine Gleitschwenkbewegung um den Fufspunkt des vom Krümmungsmittelpunkt auf die Fahrzeuglängsachse gefällten Lotes macht, was an sich bereits bekannt war. Der gekennzeichnete Drehpunkt liegt auch nur dann auf der Fahrzeuglängsachse, wenn die Zugkraft Z des Fahrzeuges gleich 0 ist, welche Einschränkung der Verfasser nicht macht. Dieser bezeichnet ihn als „Pol", während er bisher, m. E. prägnanter, nach Vorgang von Uebelacker „Reibungsmittelpunkt" genannt wurde. Den Einwand des Verfassers gegen diese Bezeichnung, dafs sie für den Fall des Übergangs aus der Geraden an die Krümmung nicht zutreffe, kann ich nicht als stichhaltig anerkennen. Darauf wird zunächst für eine Einzelachse und dann für eine Gruppe von n in einem gemeinsamen Rahmen unverschieblich gelagerten Achsen die „Pollage" und die Gröfse der richtenden oder Richtkraft P, die das Fahrzeug gegen alle an ihm angreifenden äufseren Kräfte um den Pol gleitend schwenkt, ermittelt, und zwar auf Grund der Gleichgewichtsbedingungen, durch Ansetzen einer Gleichung der Momente und einer Gleichung der quergerichteten Komponenten der äufseren Kräfte, aber unter Vernachlässigung von Zugkraft, Fliehkraft und Tenderkupplungsseitenkraft und unter Annahme von Zweipunktberührung zwischen führendem Rad und Schiene. Für das Fahrzeug mit n steifen Achsen hat in grundsätzlich gleicher, äufserlich etwas anderer Weise, aber ohne diese Vernachlässigungen und Beschränkungen, Uebelacker diese Gröfsen in seiner genannten Arbeit bereits ermittelt. Das gleiche gilt für die Ableitung der geometrischen Begrenzung der zwanglosen Stellung dieser Achsanordnung, sowie für die Untersuchung sehr vieler sonst behandelter Achsanordnungen hinsichtlich zwangloser und geometrisch begrenzter Stellung. Die Untersuchung der Einzelachse ist neu, wenn sie auch leicht als Ausbau Uebelackerscher Ableitungen gewonnen werden könnte. Sie hat das für die spätere Anwendung auf Schwenkachsen wichtige Ergebnis, dafs auch eine Einzelachse ohne Schienenrichtkraft oder Spurkranzdruck im Bogengleis laufen kann.

Die vernachlässigten Kräfte, wie Zugkraft Z, Fliehkraft und Tenderkupplungsseitenkraft sind von wesentlichem Einflufs auf die „zwanglose" Stellung des Fahrzeuges, also seine „Pollage" oder „Polweite" und auf P, wie Uebelacker und ich in den genannten Arbeiten gezeigt haben. Diese Kräfte beeinflussen nicht nur die Polweite wesentlich, sondern Z verschiebt auch, wie Uebelacker nachgewiesen hat, den Pol aus der Längsachse des Fahrzeuges ganz erheblich nach der Seite heraus. Gegenüber diesem Grund, den der Verfasser nicht angibt, sind die von ihm angeführten Ursachen, da sie nur eine ganz geringe seitliche Verschiebung hervorrufen, belanglos. Die Kräftewirkung am anlaufenden Rad ist wesentlich abhängig von der Art der Berührung, ob Ein- oder Zweipunktberührung. Der Verfasser legt seiner ganzen Arbeit Zweipunktberühung zugrunde, obwohl er die m. E. noch offene Frage, ob sie wichtiger und häufiger als Einpunktberührung ist, nicht behandelt.

Der Zusammenhang zwischen Abnutzung, Kraft P und Pollage wird nicht genau untersucht. Eine hierauf bezügliche Anmerkung gilt für den einfacheren Fall der Einpunktberührung! Der Verfasser bezeichnet lediglich die Kraft P als „ungefähres Mafs" der Abnutzung, „freilich kein sicheres, weil die Stellung des Rades, also die Polweite, hierbei sicher auch eine grofse Rolle spielt". Tatsächlich kommt es wohl weniger auf die Polweite als auf ihr Verhältnis zum Krümmungshalbmesser, also den Anlaufwinkel, an. Bei Anlauf mehrerer Räder erachtet nun der Verfasser für die „Beanspruchung" von Rad und Schiene nicht den auftretenden Höchstwert P_{max}, sondern ΣP als einigermafsen ausschlaggebend. Ob das auch für die „Abnutzung" gelten soll, ist nicht klar; jedenfalls scheint mir ΣP gegen P_{max} überschätzt zu sein. Man braucht nur an die Bedeutung von P_{max} und ΣP bei Kuppelachsen für deren Laufzeit bis zum Reifenabdrehen und an die Entgleisungsgefahr zu denken. Die Überschätzung von ΣP ist auch wohl der Grund dafür, dafs der Verfasser allgemein Innenanlauf einer Hinterachse als ungünstig ansieht, obwohl dadurch, bei Lage der anlaufenden Hinterachse hinter dem Pol, die fast immer vorliegen dürfte, P_{max} und vor allem der Krümmungswiderstand, — den der Verfasser leider nicht behandelt —, merklich vermindert werden. Der Innenanlauf dürfte also anders zu werten sein, wie aus Uebelackers Untersuchungen klar hervorgeht und worauf noch jüngst Bäseler sehr nachdrücklich hingewiesen hat. Der Verfasser nennt übrigens P „Führungsdruck", während bisher, nach Vorgang von Uebelacker, der Schub U so bezeichnet wurde und ich in meiner genannten Arbeit P in Erfassung seiner allgemeinen Bedeutung „Richtkraft" genannt und seinen Unterschied vom „Führungsdruck" U scharf betont habe. Zur Vermeidung von Unklarheiten wäre es m. E. erwünscht, diese bisherigen Bezeichnungen beizubehalten.

Auch die Bedingungen der Entgleisungsgefahr werden nicht mathematisch formuliert, — was schon Boedecker und Uebelacker für Einpunktberührung geleistet haben —, es wird nur die Forderung: kleiner Anschneidwinkel und grofses Verhältnis des Raddruckes L zu P aufgestellt und ihre Erfüllung bei verschiedenen Achsanordnungen nachgeprüft. Tatsächlich ist aber hier, was nicht berücksichtigt wird, der Raddruck nicht gleich dem in der Geraden, sondern, wie ich in meiner genannten Arbeit nachgewiesen habe, stark geändert durch P und aufserdem bei Zweipunktberührung noch durch die Spurkranzreibung und die aufwärts gerichtete Komponente des Spurkranzdruckes.

Der Krümmungswiderstand, der ebenfalls von Uebelacker schon eingehend untersucht ist, wird, wie gesagt, vom Verfasser gar nicht behandelt.

Es mag jedoch hier erwähnt werden, dafs in den Punkten: Krümmungswiderstand, Einpunktberührung und ihr Einflufs auf die Kräftewirkung am anlaufenden Rad, ein Aufsatz von Jahn „Spurerweiterung oder nicht?" in der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1927 sein vorliegendes Buch wertvoll ergänzt.

Auf der besprochenen Grundlage, die also, von der Einzelachse abgesehen, in grundsätzlich gleicher, aber genauerer und umfassenderer Weise bereits von Früheren, besonders von Uebelacker, gelegt ist, errichtet nun der Verfasser seine eigentlich neuen, wertvollen Untersuchungen, zunächst die allgemeine und zahlenmäfsige Anwendung seines gekennzeichneten Verfahrens zur Bestimmung der zwanglosen und erzwungenen Pollage und der Gröfse der zugehörigen P auf eine grofse Anzahl gebräuchlicher Achsanordnungen von Gleisfahrzeugen aller Art, so besonders — über alle früheren Bearbeiter hinaus — auf ein Hauptgestell mit hinterem unverschieblichem zweiachsigem Drehgestell, ein Hauptgestell mit hinten liegender Schwenk- oder Deichselachse, ein Hauptgestell mit hinten und vorne liegender Schwenkachse mit und ohne Rückstellvorrichtung, ein Hauptgestell mit hinten liegendem Krauſs-Drehgestell mit und ohne Rückstellvorrichtungen, Fahrzeuge beliebiger Achsanordnung ohne Rückstellvorrichtung, die miteinander in einem Punkte ihrer Längsachse durch einen Kuppelbolzen verbunden sind, zweiachsige Fahrzeuge, deren vordere Achse einen von 90° abweichenden Winkel mit der Fahrzeuglängsachse bildet, zweiachsige Fahrzeuge mit freien und gekuppelten Lenkachsen. Daneben sind die von Uebelacker und mir bereits, aber unter etwas anderen Gesichtspunkten, behandelten Achsanordnungen untersucht: n unverschiebliche Achsen n in einem Rahmen gelagerte Achsen, von denen eine oder mehrere verschieblich sind, ein Hauptgestell mit vorderem, gegen eine Rückstellkraft verschieblichem Drehgestell, ein Hauptgestell mit vorderer Schwenkachse, mit und ohne Rückstellvorrichtung, ein Hauptgestell mit vorderem Krauſs-Drehgestell. Für alle diese Anordnungen werden allgemein und zahlenmäfsig bestimmt und verglichen die Polweiten und die verschiedenen P für zwanglose Stellung und deren Bereich. Für den zahlenmäfsigen Vergleich wird ausgegangen von einer gebräuchlichen C-Anordnung und diese unter Beibehaltung der Radstände und Raddrücke, mit planmäfsig geänderten Zapfenabständen und Deichsellängen zu den

verschiedenen untersuchten Achsanordnungen entwickelt. Dadurch wird eine brauchbare Vergleichsgrundlage geschaffen. Ausführlich wird der Einfluss einer Lagenänderung von Kupplungszapfen und Drehzapfen und einer Änderung der Deichsellänge, sowie der von Rückstellvorrichtungen auf P und die Pollage bei den verschiedenen Anordnungen untersucht. Dies führt namentlich für das Verhalten der Schwenkachsen zu praktisch wertvollen neuen Aufschlüssen und zu Zerstörung bisher allgemeiner Irrtümer. Es wird das ganz verschiedene Verhalten einer Rückstellvorrichtung bei Vor- und Rückwärtsfahrt in helles Licht gesetzt und auf seine praktische Bedeutung hingewiesen. Für geschobene und gezogene Schwenkachsen ohne Rückstellvorrichtung werden die Kriterien für Anlauf und Freilauf entwickelt. Verblüffend ist das Ergebnis, dafs eine 1 C 1-Anordnung mit hinterer und vorderer Schwenkachse sich so bauen läfst, dafs sie überhaupt nicht anläuft. Für ein Fahrzeug mit Kraufs-Gestell wird festgestellt, wie grofs eine Rückstellkraft an der Deichselachse gegenüber einer an der Verschubachse vorgesehenen sein mufs, wenn in beiden Fällen das Fahrzeug die gleiche Stellung einnehmen soll. Von den behandelten Achsanordnungen werden nicht alle möglichen Stellungen, sondern im allgemeinen nur die zwanglose und ihre geometrische Grenze untersucht, während Uebelacker bereits überall den inneren Anlauf einer Hinterachse untersucht. Der vom Verfasser für diese Beschränkung angeführte Grund, dafs „Innenanlauf einer Hinterachse Rad und Schiene stärker beanspruchen", leuchtet mir nicht ein. Die Rückstellkraft wird bis auf das Beispiel einer 2 C-Lokomotive überall als mit dem Ausschlag oder der seitlichen Verschiebung des Drehgestelles oder der Deichsel unveränderlich angesehen und für Annahme eines als zweckmäfsig erachteten P berechnet. Tatsächlich ist sie wohl meistens eine Funktion des Ausschlages, also auch des durchfahrenen Krümmungshalbmessers R und der Polweiten, sind also hier die Polweiten und die P- und U-Kräfte auch von R abhängig — und zwar sehr stark —, so dafs das angenommene zweckmäfsig gewählte P nur für ein ganz bestimmtes R gilt, bei jedem anderen aber nicht! Uebelacker hat diese Abhängigkeit in seiner Untersuchung allgemein beachtet und hat eine veränderliche Rückstellkraft seinen Ausführungen zugrunde gelegt.

Fahrzeuge beliebiger Achsanordnung, miteinander in einem Punkt ihrer Längsachse durch einen Kuppelbolzen verbunden, sollen den „Fall der Kupplung zwischen Lokomotive und Tender verkörpern", die zwar heute, wie der Verfasser selbst erklärt, fast nie diese Form hat, sondern eine Zuglasche mit zwei Kupplungsbolzen und, zur Unterdrückung von Eigenschlingerbewegungen der Lokomotive, oft seitliche flache oder keilförmige Reibungspuffer besitzt. Der Verfasser will nun durch die Untersuchung der genannten Anordnung die Frage der Brauchbarkeit dieser einfachsten Form einer Tenderkupplung mit einem Kuppelbolzen, die „in einfachster Weise selbständige Schlingerbewegungen ausschliefst", beantworten. Er legt dieser Untersuchung eine C-Lokomotive und einen dreiachsigen Tender mit lauter unverschieblichen Achsen zugrunde, verschiebt den Kupplungspunkt in sehr weiten Grenzen und kommt zu dem Ergebnis, dafs wegen zu grofsem $\frac{P}{L}$ an der letzten aufsen anlaufenden Tenderachse bei Rückwärtsfahrt diese Anordnung sich nicht empfehle, läfst aber ihren Wert bei anderen Achsanordnungen offen. Dabei gilt für die Ermittlung von $\frac{P}{L}$ das oben Gesagte. M. E. sind aus noch anderen Gründen allgemein die gebräuchlichen Kupplungen dieser einfachsten überlegen und ist bei ihnen die durch die Kupplungslasche erzeugte „unerwünschte allgemeine Beweglichkeit" oft befriedigend vermieden. Bei der Mallet-Anordnung liegen m. E. die Dinge infolge Vorhandenseins einer Rückstellvorrichtung doch etwas anders, so dafs die Untersuchungen des Verfassers hierauf nicht ohne weiteres anwendbar sein dürften.

In den Ausführungen über Lenkachsen und schräggestellte Achsen werden sehr verwickelte Zusammenhänge zum erstenmal aufgedeckt und entwirrt und daraus interessante Schlüsse gezogen; hier ist das Ergebnis der Berechnung allerdings besonders stark abhängig von der Art der Berührung zwischen Rad und Schiene, von der genauen Lage und Richtung von P, die vom Verfasser nur angenähert bestimmt werden.

In dieser sehr umfassenden Untersuchung der Anwendungen wird das Verhalten der meisten gebräuchlichen Achsanordnungen ganz wesentlich aufgeklärt und werden wichtige Gesichtspunkte für ihren Bau gewonnen.

Der Verfasser ermittelt nun die zwanglose Stellung und P von Gleisfahrzeugen nicht nur für den Beharrungszustand in der Krümmung, sondern auch — für ein steifachsiges Fahrzeug — für den Übergang aus der Geraden in die Krümmung und aus dieser in die Gerade, bietet auch hierin völlig Neues. Er weist u. a. nach, dafs hier, im Gegensatz zum Beharrungszustand, die Ziffer der Reibung zwischen Rad und Schiene die Polweite und P beeinflufst und ermittelt diejenige Massenverteilung, bei der das Fahrzeug in der Krümmung selbst und beim Übergang in diese mit der gleichen Polweite läuft, also — bei unveränderter Reibungsziffer — ohne Schlingern in die Krümmung ein- und aus dieser ausläuft. Das Zahlenbeispiel zeigt den grofsen Einfluss der Massenwirkungen beim Durchfahren von Weichen. Die vom Verfasser auch hier gemachte Voraussetzung, dafs die Fliehkraft durch die Überhöhung der Aufsenschiene genau ausgeglichen sei, dürfte allerdings wohl oft nicht zutreffen.

Das vom Verfasser angewandte rechnerische Verfahren zur Bestimmung der zwanglosen Stellung der Gleisfahrzeuge ist sehr umständlich, namentlich da seine Gleichungen meist nicht algebraisch, sondern nur durch Probieren lösbar sind. Ein einfacheres Verfahren ist sehr erwünscht. Es wird nun vom Verfasser ein neues zeichnerisches gegeben, das für die meisten vorkommenden Achsanordnungen, mit Ausnahme der Lenkachsen, anwendbar ist, aber für mehr als eine äufsere Kraft und eine Achszahl von mehr als zwei auch wieder umständlich wird, viel Platz verlangt und leicht unsichere Schnitte gibt. Der Verfasser wendet es auch bei seinen Zahlenbeispielen nicht an. Ich habe in meiner genannten Arbeit auf Grund des von mir gefundenen Gesetzes, dafs das Fahrzeug sich so zu stellen sucht, dafs die Richtkraft ein Minimum wird, ein erheblich einfacheres, in gleichen Grenzen anwendbares, zeichnerisches Verfahren entwickelt, das der Verfasser kurz erwähnt und mit dem seinen kritisch vergleicht. Es gibt die Polweite als Subtangente einer Tangente an die Kurve der Momente der Radreibungswiderstände und bestimmt die Richtkraft durch die Richtung der Tangente an diese Kurve, also die Polweite zwar nicht genau, aber die Richtkraft, auf die es ja vor allem ankommt, genau. Dafs der „Berührungspunkt der Tangente schwerer genau zu erfassen" ist als die Schnittpunkte des Jahnschen Verfahrens, ist also kaum ein Nachteil. Eine Änderung der Raddrücke ist bei meinem Verfahren allerdings nicht ganz so einfach zu erfassen, einfacher aber die praktisch wohl wichtigere Verschiebung des Angriffspunktes der Richtkräfte und das Auftreten beliebiger äufserer Kräfte, wie Fliehkraft, Tenderkupplungsseitenkraft u. a., auch einer zweiten Richtkraft bei Innenanlauf. Ferner gibt mein Verfahren unmittelbar den angenäherten Krümmungswiderstand an.

Das Buch bietet eine wertvolle Bereicherung und Vertiefung der Erkenntnis auf einem schwierigen und wichtigen Gebiete, entwickelt neue Ziele und Baugrundsätze, zeigt vor allem dem Konstrukteur, wie er durch Änderung der Abmessungen den Bogenlauf verbessern kann, was alles in der Praxis sehr fruchtbar verwertet werden könnte, in der leider noch immer sehr unklare Vorstellungen über den Kurvenlauf bestehen. Noch nie sind bisher die gebräuchlichen Achsanordnungen so vollständig behandelt und miteinander verglichen worden. Zu bedauern bleibt wohl, dafs der Verfasser nicht auf das vorhandene Gute aufgebaut, sondern den Gegenstand von Grund aus neu bearbeitet hat, so dafs ein grofser Teil seiner Gedankenarbeit in Wiederholung von Vorhandenem besteht und die früheren Arbeiten, weil von mehreren aufeinander aufbauenden Verfassern herrührend, die Grundlagen und teilweise auch die Anwendungen schon umfassender und genauer behandeln, als es vom Verfasser allein im ersten Wurf im vorliegenden Buche geboten ist.

Prof. Dr. Ing. Heumann.

Jubiläums-Sonderheft zum 50 jährigen Bestehen von Glasers Annalen, herausgegeben von der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft Berlin, Verlag F. C. Glaser, 30 *M.*

Das Heft wurde anläfslich des 50 jährigen Bestehens der Zeitschrift als Festschrift herausgegeben und bietet in seinem stattlichen Umfange von 332 Seiten und vielen Abbildungen einen reichhaltigen Stoff, überwiegend aus dem Gesamtgebiet des Eisenbahnmaschinenwesens, dar. Herren der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wie des Reichsbahn-Zentralamtes haben dazu wertvolle Beiträge geliefert. So verbreitet sich Reichsbahndirektor Fuchs über Erfahrungen, die bei der Typisierung der neuen Einheits-

okomotiven gesammelt und verwertet wurden, Ministerialdirektor Dr. Anger gibt einen orientierenden Überblick über die Frage der Einführung von durchgehenden Güterzugbremsen bei den europäischen Eisenbahnverwaltungen und Geh. Baurat Dr. Ing. Kühne wirft einen Ausblick auf die weitere Entwicklung des Werkstättenwesens und der Werkwirtschaft der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. — Aus dem reichen Versuchsmaterial des Reichsbahn-Zentralamtes über Dampflokomotiven veröffentlicht Professor Nordmann einige neuere Ergebnisse, während Reichsbahnoberrat Wagner und Reichsbahnbaumeister Witte die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft als Versuch zur Erweiterung des Wärmegefälles beschafften Turbolokomotiven besprechen. — Die wirtschaftlich bedeutungsvolle Kleinarbeit der Normung im Lokomotiv- und Wagenbau wird von den Reichsbahnoberräten Illgen und Klein behandelt, die neue elektrische Zugbeleuchtung von Reichsbahnoberrat Breuer.

Auch aus dem Gebiete des Bauingenieurs sind Fragen behandelt: so schreibt Reichsbahnoberrat Füchsel über neuere Schweifsverfahren bei der Verlegung des neuen Oberbaues, Reichsbahndirektor Dr. Ing. Schaper über die Fortschritte im Bau eiserner Brücken und Reichsbahndirektor Stäckel über Neuerungen im Sicherungswesen der Deutschen Reichsbahn.

Das Gebiet der Elektrisierung ist vertreten durch einen Aufsatz von Reichsbahndirektor Wechmann: Mitteilung über den elektrischen Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, von Ministerialdirektor Professor Dr. Ing. Gleichmann: „Über die Nutzbarmachung von Wasserkräften“ und andere Beiträge.

Weitere Aufsätze behandeln Fragen des Werkstätte- und Stoffwesens und der Wärmewirtschaft. — Patentrechtliche Fragen bilden den Schlufs des Bandes. Ue.

Locomotive Cyclopedia of American Practice, 8. Ausgabe, 1927, herausgegeben von der maschinentechnischen Gruppe der Vereinigung der amerikanischen Eisenbahnfachleute. Verlag Simmons-Boardman Publishing Co., London SW 1, 34 Victoria St.

Die neue Ausgabe des Werkes, auf das schon früher hingewiesen wurde*), ist vor allem durch die Aufnahme verschiedener Neuerungen ergänzt worden, die seit dem Erscheinen der letzten Ausgabe im nordamerikanischen Lokomotivbau in Erscheinung getreten sind. Die Dreizylinderlokomotive und die Gelenklokomotive mit einfacher Dampfdehnung sind eingehender behandelt als bisher; die Hochdrucklokomotiven sowie die Achsanordnungen 1 D 2, 1 E 2, 2 E 1 und 2 F 1 sind neu aufgenommen worden. Die Bauart der Hochdruckkessel und der neuen zweiachsigen Schleppgestelle sowie der Einbau von Hilfsmaschinen in diese und in die dreiachsigen Tenderdrehgestelle wird beschrieben. Neu hinzugekommen sind ferner Abschnitte über die selbsttätigen Zugbeeinflussungsvorrichtungen sowie über Lokomotiven und Triebwagen mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren.

Das Werk ist 1372 Seiten stark und kostet 21,— ℳ, in Leder gebunden etwa 30,— ℳ. Die nächste Ausgabe soll erst 1930 erscheinen. Was früher über den Wert des Buches gesagt wurde, wird für die neue Ausgabe noch mehr gelten. R. D.

*) Organ 1926, S. 54.

Zuschrift an die Schriftleitung.

Dynamische Messungen am Eisenbahnoberbau.

Mit Genugtuung habe ich von den Ausführungen der Herren Dr. Saller und Dr. Geiger im Organ 1927, Heft 8 Kenntnis genommen, die in wissenschaftlich-objektiver Weise dem handlichen Okhuizen-Dehnungsmesser seinen Platz zwischen den Mefsgeräten einräumen. Es würde an sich keine Veranlassung zu einer weiteren Auseinandersetzung bestehen. Dennoch finde ich eine solche in den Worten Sallers: „Ich glaube allerdings, dafs es ein Hauptzweck der Messungen sein mufs, die äufsersten Beanspruchungswerte, die einer Berechnung zugrunde zu legen sind, zu ermitteln und nicht nur die Mittelwerte.“ Hierin liegt ein so grundsätzlicher Meinungsunterschied, dafs ich es zur Klärung der wichtigen Fragen, die damit zusammenhängen, für notwendig halte, meinen Standpunkt weiter anzudeuten. Hauptsache ist ja, wie Dr. Saller richtig sagt, der Wahrheit näher zu kommen.

Saller hatte angeregt, mit dem Okhuizenapparat einige Vergleichsversuche zu machen, wie sie für den Geigerapparat auf Seite 427, Heft 21, 1926 erwähnt sind. Diese Ergebnisse seien zunächst mitgeteilt. Zum besseren Verständnis werden hier die Abb. 4 und 5a aus Heft 21, Taf. 37 1926 als Abb. 1 und 2 nochmals abgedruckt und sodann die Abb. 3a und 3b angefügt, die in wirklicher Gröfse den Ausschlag des Okhuizenapparats angeben, wenn ein Schlag mit einem im ganzen 13 kg schweren Kramphammer, der aus einer Höhe von etwa 50 cm fiel, ausgeübt wird, wie in Abb. 1 dargestellt. Der Abstand der Punkte a und b war aber nicht 2,80 m, sondern er betrug nur drei Schwellenabstände, in diesem Falle etwa 2,40 m. Wie man sieht sind die Abb. 2 und 3a und 3b grundsätzlich dieselben: auch der Okhuizen hat Ausschläge beiderseits der Nullinie ergeben und somit Schwingungen aufgeschrieben. Die Ausschläge betragen aber nur 5 bis 50 kg/cm², sind also weit geringer als bei Geiger, wo sie unter etwa gleichen Verhältnissen rund 700 kg/cm² betragen haben. Ein derartiges Ergebnis war zu erwarten wegen der viel kleineren Masse des Okhuizenapparats und wegen der gröfseren Reibung (Dämpfung).

Von der Erklärung, die Dr. Geiger über die Aufzeichnung eines Apparats beim Kramphammerschlag gibt, habe ich mit lebhaftem Interesse Kenntnis genommen. Wenn, wie Dr. Geiger sagt, zu beachten ist, dafs durch einen Schlag nicht nur die Schienen, sondern auch der Apparat selbst in Eigenschwingungen versetzt wurde und, was ich hinzufüge, sich durch diesen verhältnismäfsig leichten Schlag von 13 kg aus 50 cm Höhe in 2,80 m Entfernung eine Aufzeichnung von nicht weniger als etwa 700 kg/cm² zeigt, sagt es sich natürlich, was Geiger wohl lediglich als Folge der Eigenschwingungen aufgezeichnet hat, wenn die riesigen Massen eines mit 90 km Geschwindigkeit fahrenden Zuges über die Schienen dahinstürmen und nicht allein die Stöfse unverhältnismäfsig gröfser sind, sondern auch durch die aufeinander folgenden Stöfse sich die Schwingungen überlagern können!

Was in solchem Falle geschieht, wird vielleicht zum Teil durch Untersuchungen mit dem Schütteltisch aufgeklärt werden können. Es ist nämlich möglich, einen Dehnungsmesser derart auf dem Schütteltisch zu befestigen, dafs das ganze Gehäuse des Apparats die Schwingungen mitmacht, wie es ja auch bei Spannungsmessungen geschieht. Wenn es dann obendrein gelingt, die Zahl der Schwingungen des Schütteltisches wenigstens annähernd zur Zahl der Schwingungen eines Gleises zu steigern, kann wohl festgestellt werden, wie sich die Apparate in dieser Lage verhalten. Derartige Beobachtungen sind meines Wissens noch nicht gemacht; es wäre von grofser Bedeutung, hierüber Näheres zu erfahren.

Betreffs der Aufzeichnungsart des Okhuizenapparats mufs ein Irrtum seitens Dr. Saller vorliegen, da niemals ein Gerät mit Bleistiftspitzen angefertigt wurde; immer wurde die Aufzeichnung mittels feiner Neusilberspitzen auf Indikatorpapier durchgeführt.

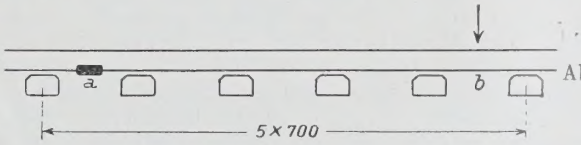


Abb. 1.

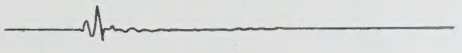


Abb. 2.

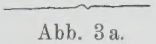


Abb. 3a.

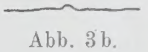


Abb. 3b.

Dafs für Messungen an Brücken eine kleine Mefslänge nicht von so grofser Bedeutung ist und man da eine etwas gröfsere vorzieht, wie Dr. Saller schreibt, ist m. E. nicht richtig. Wenn man z. B. die Spannungen in Knotenblechen ermitteln will, ist eine kleine Mefslänge unentbehrlich; 20 cm ist in diesem Falle viel zu viel.

Bei den Einwendungen Dr. Geigers gegen Abb. 2 auf Taf. 37/1926 ist die Theorie der Wahrscheinlichkeitsrechnung gänzlich übersehen. Es ist zwar möglich, die verschiedenen Schwingungen derart zu lagern, dafs sich ein Mittelwert ergibt, der weit über den einzelnen Ausschlägen liegt. Da jedoch die Lage der Phasen der Schwingungen zueinander ganz zufällig ist — die Schienenstöfse sind ja beileibe nicht die einzigen Ursachen für das Auftreten von Schwingungen — so folgt diese Lagerung theoretisch den Gesetzen der Wahrschein-

lichkeitsrechnung. Man kann daher aus rein mathematischen Gründen behaupten, dafs theoretisch bei einer unendlichen Zahl der Beobachtungen der Mittelwert Null ist. Das wird natürlich niemals erreicht, aber eine Abweichung von etwa 25 % ist, wie aus den wirklich gemachten Beobachtungen hervorgeht, keinesfalls unwahrscheinlich.

Dafs der Okhuizenapparat alles auf dem dynamischen Gebiet verschweigt, kann ich nicht zugeben; dafs dies nicht der Fall ist, folgt ohne weiteres aus der Überlegung, dafs auch bei den Beobachtungen mit dem Okhuizenapparat ein Unterschied zwischen Spannungen bei langsamer und bei schneller Fahrt festgestellt wurde. Eine derartige Erscheinung ist doch zweifellos dynamischen Einflüssen zuzuschreiben. Dafs der Okhuizenapparat nichts anderes als die statischen Spannungen gebe, ist also m. E. nicht richtig.

Ich komme nunmehr zu der anfangs angeführten Äufserung Sallers. Nehmen wir an, es wäre gelungen, ein derartiges Mefsgerät zu schaffen, das uns Ausschläge gibt, die mit einer Schwingungszahl von etwa 60000 in der Minute übereinstimmen. Zweifellos würde man finden, dafs diese Ausschläge auf sehr grofse Verlängerungen, die wir den Spannungen proportional setzen, zurückzuführen sind; schon jetzt sollen ja Spannungen aufgezeichnet sein, die sich in der Nähe der Elastizitätsziffer bewegen. Müssen wir daraus nicht den Schlufs ziehen, dafs wir bis jetzt unsere Züge rücksichtslos über die ungenügend berechneten Schienen haben verkehren lassen? Müssen wir eine Stofsziffer von vielleicht zwei oder drei in die Rechnung einsetzen unter Beibehaltung der jetzigen zulässigen Spannungen, also die Schienen sehr viel schwerer machen? Denn die zulässige Spannung im Verhältnis zur Stofsziffer hinaufsetzen dürfen wir natürlich nicht, da man doch immer die Spannung um einen erheblichen Wert unter der Elastizitätsziffer halten mufs, um die Unvollkommenheiten in der Rechnung (die bleiben ja immer), im Schienenstahl, in der Auflagerung, in der Unterhaltung usw. zu berücksichtigen. Oder müssen wir vielmehr sagen, dafs wir nun wohl die sehr hohen Spannungen gefunden zu haben glauben, dafs aber diese harmlos sind, weil die Schienen erfahrungsgemäfs im allgemeinen nicht brechen? Wir wissen ja gar nicht inwieweit eine sehr hohe Spannung, die nur so kurze Zeit anhält, wie es bei Schwingungen von etwa 60000 in der Minute geschieht, gefährlich ist. Auch wissen wir nicht inwieweit bei solchen Spannungen das Hookesche Gesetz gültig ist und welche Folgen eintreten würden, wenn dieses Gesetz nicht gilt.

Meines Erachtens können wir praktisch mit den Spannungsmessungen nur versuchen, so genau wie möglich festzustellen, welche Beziehungen zwischen Belastung, Berechnung und Ausführung bestehen. Wenn wir z. B. eine bestimmte Rechnungsweise haben, die sich der Belastung so genau wie möglich anpafst und wir nun die zulässige Spannung feststellen wollen, so kann man nur in der Art verfahren, dafs man sich einige Oberbauarten aussucht, die gerade noch oder gerade nicht mehr einer bestimmten Belastung genügen; dann müfste man auf diese Oberbauarten die Rechnungsweise anwenden und die so errechnete Spannung als die höchst zulässige bezeichnen.

Dennoch sind die Versuche, vom wissenschaftlichen Standpunkt die „äufsersten Beanspruchungswerte“ festzustellen, natürlich von sehr grofser Bedeutung. Ob es aber jemals gelingen wird, das alles zu klären? Die Natur ist sehr schwer zu erfassen! Und wie Dr. Saller sagt, geht aus dem Preisausschreiben der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft hervor, dafs wir wahrscheinlich noch weit entfernt sind vom Besitze eines Mefsgerätes, das uns das gewaltige Gebiet der auftretenden Schwingungen erschliefst. Auch ich habe stark den Eindruck bekommen, dafs wir das Ziel, wenn überhaupt je, sehr schwer erreichen werden. Um so mehr aber verdienen die beharrlichen Arbeiten Anerkennung, denen sich Dr. Saller, Dr. Geiger und andere mehr unterziehen, volle Anerkennung als schwierige Schritte auf dem Wege zum Ziel.

Ing. Ch. Driessen,
Vorst. der Oberbauabt. der Niederländischen Staatsbahn, Utrecht.

Abschliefsend möchten wir zu dem in der vorstehenden Frage entstandenen Meinungsaustausch folgendes bemerken:

Die Angaben des Okhuizen- und des Geigerapparats gehen für eine annähernd gleiche Stofsbeanspruchung so weit auseinander, dafs die Erklärung nur in den Eigenheiten der beiden Apparate gefunden werden kann. Wahrscheinlich verzeichnet der Okhuizenapparat zu geringe Schwingungsausschläge, da die mehrfache Hebelübersetzung verhältnismäfsig schwere Schreibhebel erfordert und die Zapfenreibung dämpfend wirkt. Dagegen dürfte der Geigerapparat von schnellenden Eigenbewegungen nicht frei sein, so dafs rasche Ausschläge vergröfsert aufgezeichnet werden. Beide Apparate müfsten also mit einem Gerät geeicht werden, das von störenden Eigenbewegungen frei ist: als solches kommt nur ein photographisches Verfahren in Frage, bei dem der masselose Lichtstrahl die Vergröfserung liefert.

Die Schriftleitung: Dr. Bloss.

Verschiedenes.

Bildung eines Fachausschusses für Anstrichtechnik.

Über die wirtschaftliche Bedeutung des Schutzes aller industriellen Erzeugnisse und Bauwerke gegen Zerstörung durch Oxydation, Korrosion usw. ist kaum noch ein Wort zu verlieren. Ungeheure Vermögensteile würden in kurzer Zeit vernichtet werden, wenn man auf den Schutz durch Anstriche verzichten wollte. Die erzeugende und die verbrauchende Industrie sind mit allen Mitteln bestrebt, die Güte der Anstrichstoffe zu heben und die Kosten zu verringern. Den Hauptanteil an den Kosten des fertigen Anstrichs bilden aber heute fast durchweg noch die Löhne des Handwerks. Mafsgebende Kreise des Malergewerbes verschliefsen sich aber nicht der Notwendigkeit, in wachsendem Mafse auch hier Maschinenarbeit einzuführen. In der Fachpresse wird geradezu die Mitwirkung der Ingenieure bei der Entwicklung mechanischer Streichverfahren und zugehöriger Einrichtungen dringend verlangt. Sowohl für die wissenschaftlichen Grundlagen der Anstriche als für die zweckmäfsigste und wirtschaftlichste Auswahl und Ausnutzung der Werkstoffe sind eingehende wissenschaftliche Untersuchungen notwendig. Der beim Verein deutscher Ingenieure vor einem Jahre gebildete Fachausschufs für Anstrichtechnik, in dem führende Fachleute der erzeugenden und verbrauchenden Industrie, des Handwerks und der Wissenschaft zusammenwirken, hat unter tatkräftiger Förderung der Grofsverbraucher (Eisenbahn, Marine, Heeresverwaltung u. a.) die Inangriffnahme dringender wissenschaftlicher Arbeiten gefördert. In verschiedenen Hochschul- und Privatinstituten und in Laboratorien der Industrie werden jetzt physikalische, chemische und technologische Versuchsreihen in Angriff genommen. Dabei sind vier Gruppen zu unterscheiden:

1. Anstrichstoffe und Ölgrundlage. Zunächst handelt es sich hier um die Untersuchung der für Rostschutzfarben zweckmäfsigsten Bindemittel. Weiter um die Wechselwirkung zwischen Körperfarben und Bindemitteln und ihr Einflufs auf die Haltbarkeit der Anstriche. Die zu untersuchenden Pigmente oder Farbkörper sind Zinkfarben, Bleifarben, Eisenfarben, weiter Titanfarben, Chromfarben, Glimmerfarben und schliefslich Lithoponefarben, die Bindemittel Leinöl und Holzöl.

Dieser ersten Gruppe reihen sich die Untersuchungen der Anstrichstoffe auf Zellulosegrundlage an, die in Deutschland insofern grofse Bedeutung haben, als ihre Herstellung aus heimischen Rohstoffen erfolgt.

Die dritte Gruppe erfafst die technologische Seite des Anstreichens. Hier ist heute der Zustand so, dafs immer mehr das mechanische Streichen, also das Eindringen der Maschine gegenüber der Handarbeit an Boden gewinnt. Die Aufgabe besteht darin, den aus der Düse austretenden Farbstrahl möglichst vollständig und nebellos auf das zu streichende Arbeitsstück aufzubringen um Absaugeeinrichtungen zu vermeiden.

Die letzte Gruppe betrifft die Prüfverfahren der fertigen Anstriche, insbesondere die Untersuchung der sogenannten Schnellprüfverfahren.

Da an dem Ergebnis der Untersuchungen weiteste Kreise interessiert sind, so ist vom Fachausschufs ausdrücklich vorgesehen, die Versuchsergebnisse in der bestgeeigneten Form zu veröffentlichen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

1927
82. Jahrgang.

ORGAN

Heft 24
30. Dezember

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT
DES VEREINS DEUTSCHER
EISENBAHNVERWALTUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON
DR. ING. H. UEBELACKER

C. W. KREIDEL'S VERLAG · MÜNCHEN

Inhaltsverzeichnis:

Die neue Lokomotivausbesserungswerkstatt beim Bahnbetriebswerk Dresden-Altstadt. Richter. 511. — Taf. 49.

Fensterwischer für Lokomotiven. H. v. Littrow. 513.

Werkstofftagung Berlin 1927. 516.

Eine drei- und viergleisige Strecke mit in beiden Richtungen befahrenen Gleisen. Wernekke. 517.

Der elektrische Betrieb der Natalstrecke der Südafrikanischen Regierungsbahnen. Alfred Marschall. 518.

Internationaler Kongrefs für Materialprüfungen in Amsterdam vom 12. bis 17. September 1927. 522.

Der Wiederaufbau der Salcanobrücke über den Isonzo. 522.

Versuche der Deutschen Reichsbahn mit kohlensparenden Lokomotiven. 523.

Neu erschienene Lonormen. 523.

Verwendung von Lautsprechern und drahtloser Telephonie im amerikanischen Eisenbahnbetrieb. 525.

Ersparnisse im Verschiebedienst. 525.

Betrieb eines amerikanischen Zugbildungsbahnhofs. 525.

Vorläufiger Abschlufs der Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. 526.

Besprechungen:

J. Jahn: Der Lauf von Eisenbahnfahrzeugen durch Gleiskrümmungen. 526.

Jubiläums-Sonderheft zum 50jährigen Bestehen von Glasers Annalen. 528.

Locomotive Cyclopedia of American Practice. 529.

F. X. Saurau, Die Entwicklung der elektrischen Lokomotiven und Triebwagen usw. 529.

Zuschrift an die Schriftleitung. 529.

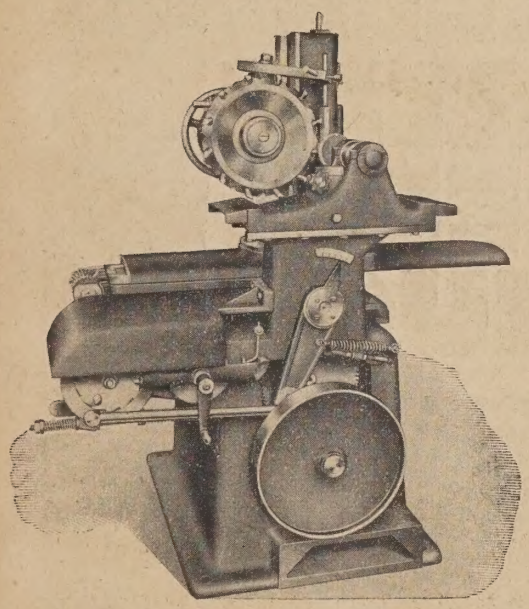
Verschiedenes:

Bildung eines Fachausschusses für Anstrichtechnik. 530.

Sach- und Namenverzeichnis 1927.

COLLET & ENGELHARD

Werkzeugmaschinenfabrik A.-G., Offenbach-Main. Gegründet 1862



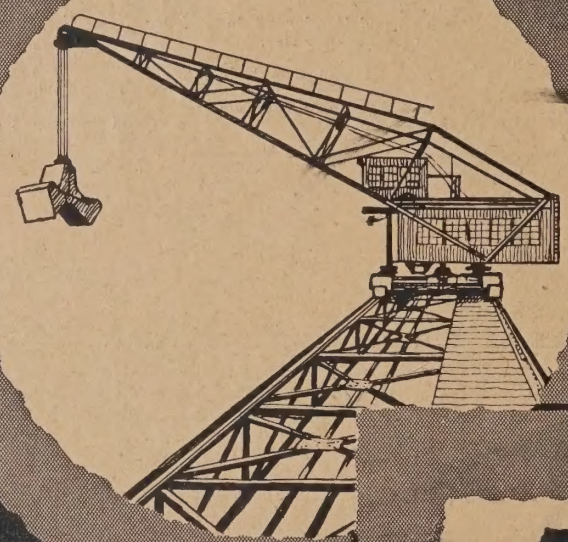
Unsere
selbsttätige Messerkopfschleifmaschine
„KOMET"

darf in keiner Werkstätte fehlen, in der Messerköpfe zur Verwendung kommen.

Besondere Vorzüge unserer „Komet":
Schnellstes Ausrichten des Messerkopfes den Schneidwinkeln entsprechend.
Sofortiges Einstellen jeder beliebigen Messerzahl **ohne** Verwendung von Teilscheiben, Wechselrädern usw.
Selbsttätiger Ausgleich von Ungenauigkeiten in der Messerkopf-Teilung.
Schleifmöglichkeit der verschiedenartigsten Köpfe.
Rascher Schliff und **einfache Bedienung.**

Verlangen Sie unsere Prospekte.

BAMAG-MEGUIN



ALLE ARTEN HEBE-ZEUGE

Bamag-Meguin Aktiengesellschaft
Berlin-N.W.87

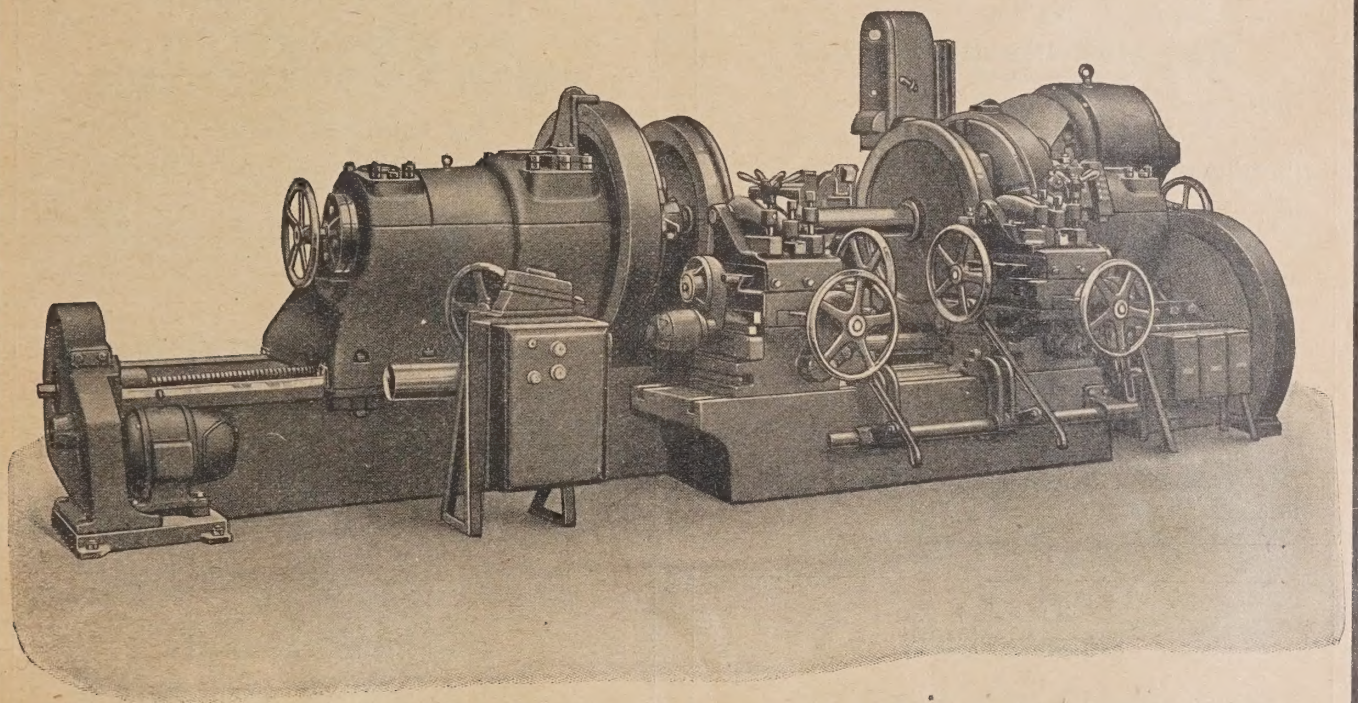
Wilhelm Hegenscheidt A.-G.

Ratibor O.-S.

Radsatzdrehbänke

Unsere Modelle 1927–1928 bringen im Werkstatt-Betrieb die höchsten Leistungen, die überhaupt erreichbar sind.

Sonderausführungen zur Bearbeitung von Radsätzen mit Rollenlagern
Sonderausführung für Radsätze elektrischer Lokomotiven



Halbautomatische Hochleistungs-Wagenradsatzdrehbank Modell DRA 600

Unser Schablonensupport „Ultra-Rapid“

mit welchem jede Radsatzdrehbank ausgerüstet werden kann, ist bei den schwersten Schruppspänen und bei Überlastung bruchsicher,

erzeugt dauernd die genauesten Profile,
hat geringste Abnutzung,
hat von oben angebrachte, leicht und schnell auswechselbare Schablonen,
erzeugt das Profil nicht mittels 4 Schlitten, sondern mittels 2 Hebeln,
erzeugt genaue, vorher einstellbare Raddurchmesser.

TECHNISCHE FACHBÜCHER

Die Hauptgebiete der Technik in grundlegenden Einzeldarstellungen

Herausgegeben von

Dipl.-Ing. Arnold Meyer

Band 1

Die Wasserkraft

Von

Dr. Theodor Meyer

Studienrat

130 Seiten mit 35 Abbildungen im Text und 132 Aufgaben nebst Lösungen

1926 RM 2.25

Band 2

Die Wirkungsweise der Verbrennungs-Motoren

Von

Dipl.-Ing. Paul Wolfram

128 Seiten mit 35 Abbildungen im Text und 110 Aufgaben nebst Lösungen

1926 RM 2.25

Band 3

Der elektrische Strom

(Gleichstrom)

Von

Dipl.-Ing. Arnold Meyer

129 Seiten mit 24 Abbildungen im Text und 184 Aufgaben nebst Lösungen

1926 RM 2.25

Band 4

Die Grundlagen der elektr. Energieversorgung

Von

Dipl.-Ing. Conrad Aron

130 Seiten mit 36 Abbildungen im Text und 119 Aufgaben nebst Lösungen

1926 RM 2.25

Band 7a

Grundlagen der Algebra

Von

Dipl.-Ing. Arnold Meyer

144 Seiten mit 17 Abbildungen im Text und 222 Aufgaben nebst Lösungen

1926 RM 2.25

Band 13

Der Transformator

Von

Dipl.-Ing. Conrad Aron

122 Seiten mit 46 Abbildungen im Text und 115 Aufgaben nebst Lösungen

1926 RM 2.25

Band 8

Hebetechnik

Von

Dipl.-Ing. H. R. Müller

Studienrat

128 Seiten mit 44 Abbildungen im Text und 118 Aufgaben nebst Lösungen

1927 RM 2.25

Band 12

Wärmewirtschaft

Von

Dr. Ing. K. Geisler

139 Seiten mit 26 Abbildungen im Text und 97 Aufgaben nebst Lösungen

1927 RM 2.25

Band 16

Die Messung der elektrischen Grössen

Von

Dipl.-Ing. C. Aron

112 Seiten mit 45 Abbildungen im Text und 116 Aufgaben nebst Lösungen

1927 RM 2.25

Band 18a

Der Elektromotor

a) Gleichstrommotoren

Von

Dipl.-Ing. C. Aron

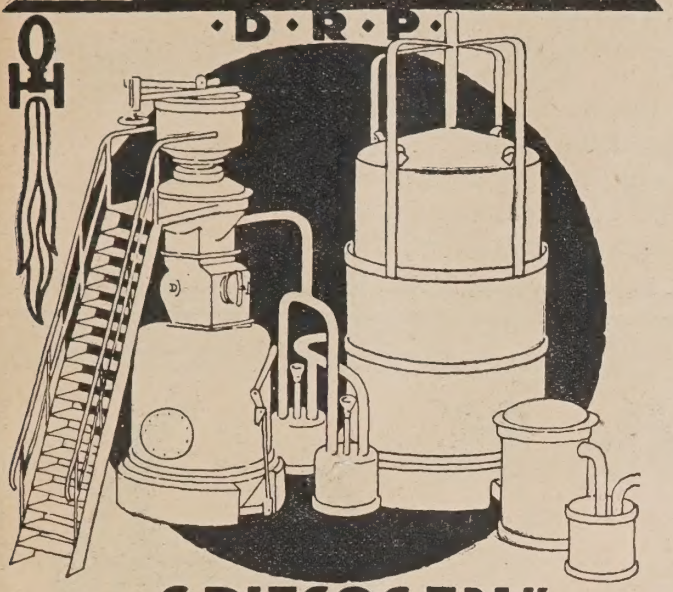
130 Seiten mit 44 Abbildungen im Text und 113 Aufgaben nebst Lösungen

1927 RM 2.25

Weitere Bände in Vorbereitung!

C. W. KREIDEL'S VERLAG, MÜNCHEN 27

ORTSFESTE
ACETYLEN-ANLAGEN
·D·R·P·



„GRIESOGEN"
GRIESHEIMER AUTOGEN
VERKAUFS-G·M·B·H·
FRANKFURT A·M-GRIESHEIM

Kolbenringe

jeder Art und für jeden Zweck
aus hochwertigem

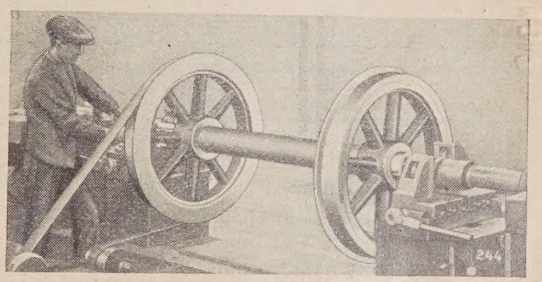
Spezial-Stahl-
Mangan-Guß

mit durch **pat.** Verfahren bewirkter **Federung** liefert die Fabrik

Klauber & Simon
Dresden N. 15

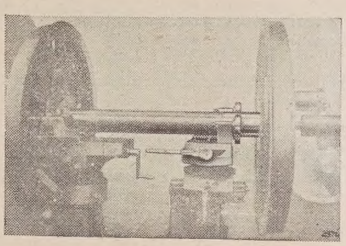
Lieferant der Deutschen Reichseisenbahn

Achsschenkel-
Prägepolier-Apparat
Patent Krupp

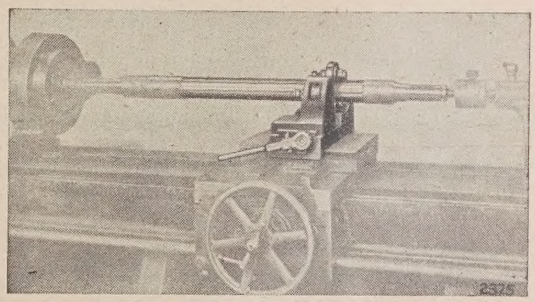


Prägepolieren der Lagerstellen eines Wagenradsatzes

Das Prägepolieren der Lagerstellen erfolgt am fertigen Radsatz bzw. an der fertigen Einzelachse durch Anpressen von Stahlrollen unter hohem Druck, wodurch vollkommene Glätte und Hochglanzpolitur, Verdichtung des Materials an der Oberfläche und erhöhte Festigkeit des verdichteten Oberflächenmaterials erreicht werden.



Prägepolieren der Lagerstellen eines Lokomotiv-Radsatzes



Prägepolieren von Wellen

Die Achslagerstellen gleichen im Betrieb gut eingelaufenen Achsschenkeln und bieten somit Gewähr für starke Verminderung der Heißläufer.

268

FRIED. KRUPP Aktiengesellschaft, ESSEN
Abt. Radsatzbau 1

Aktien-Gesellschaft für aluminothermische und elektrische Schweißungen

(Professor Dr. Hans Goldschmidt — Ingwer Block)

Berlin W 62, Wichmannstrasse 19

AG GB

Tel.: Stephan 5764, Nollendorf 3610

Aluminothermische Schienenstoß-Verschweißungen.
Elektrische Laschen- und Auftragsschweißungen.
Lieferung kompletter Weichen- und Kreuzungsanlagen aus Mangan-Hartstahl.
Schienensägen mit Elektromotoren und Benzinmotoren, sowie
Schienenhobel- und Bohrmaschinen für den Streckenbetrieb

Verlangen Sie unsere Prospekte!

TERMAK

Die bewährten Teermakadamausführungen für

Oberbaubefestigung
Bahnsteige
Verladerampen

Gesellschaft für Teerstrassenbau m. b. H.

Telefon 34747–49 **Essen** Dreilindenstrasse 91

Fabrikationsanlagen und Zweigniederlassungen in allen Teilen Deutschlands

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben sind erschienen:

Der bildsame Zustand der Werkstoffe

Von **Dr.-Ing. A. Nádai**
a. o. Professor an der Universität Göttingen
Mit 298 Abbildungen. VIII, 171 Seiten. 1927. RM 15.—; geb. RM 16.50

Materialprüfung mit Röntgenstrahlen

unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenmetallographie
Von **Dr. Richard Glocker**
Professor für Röntgentechnik und Vorstand des Röntgenlaboratoriums an der Techn. Hochschule Stuttgart
Mit 256 Textabbildungen. VI, 377 Seiten. 1927. Gebunden RM 31.50

C. W. Kreidel's Verlag in München 27

Untersuchung über die Bewegung von Lokomotiven mit Drehgestellen in Bahnkrümmungen

Von

Dr. Ing. **Heinrich Uebelacker**

26 Seiten mit 19 Abbildungen im Texte und 3 Tafeln. 1903. RM 5.40
(Beilage zum Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, N. F. XL. Jahrgang 1903.)

Gg. Noell & Co., Würzburg

Maschinen- u. Eisenbahnbedarfs-Fabrik, Brückenbauanstalt.

Lokomotiv-Gelenkdrehscheiben
Vierspindel-Räderwinden (Achssenken)
Schiebebühnen
Lokomotiv-Kessel-Transportwagen für Ausbesserungswerke
Krane
Weichen und Kreuzungen

C. W. Kreidel's Verlag in München 27

Diesellokomotiven und ihr Antrieb

Von

Dipl.-Ing. **Wilhelm Bauer**

Heidelberg

104 Seiten mit 50 Abbildungen im Text * 1925

8.70 R.M.

SCHEIDT & BACHMANN

EISENBAHNSIGNAL-BAUANSTALT
EISENGIESSEREI

SB

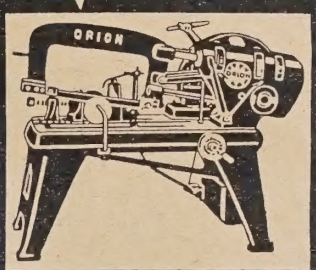
GEGRÜNDET 1872

RHEYDT

BEZ. DÜSSELDORF

ORION

ORION

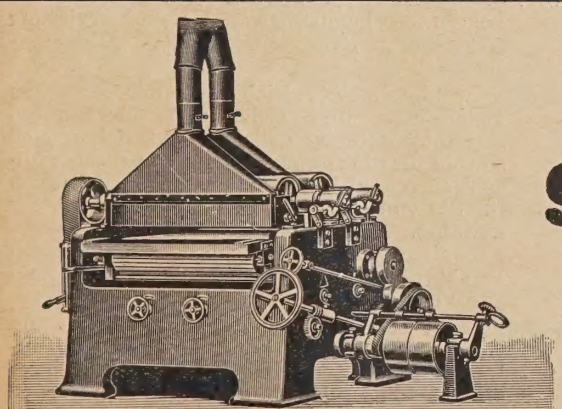


UNIVERSAL-HOCHLEISTUNGS-SÄGEMASCHINE

Mit regulierbarem Vorschub des Sägeblattes durch Ölpreßpumpe

Hervorragend in Schnittleistungen und Schonung der Sägeblätter

GORNIG & SEVERIN
MASCHINENFABRIK DRESDEN-A28



Selbsttätige Zweizylinder-Abzahn- u. Schleifmaschine „GERMANIA"

Für Eisenbahnwerkstätten, Waggonfabriken etc.

Zur Holzverfeinerung:

Sandpapier-Schleifmaschinen

und zwar:

selbsttätige Walzenschleifmaschinen mit 1, 2 und 3 Zylindern

Band-, Scheiben- und Rundstabschleifmaschinen aller Art

Leimauftragmaschinen

Beste Bezugsquelle:

Ernst Carstens, Maschinenfabrik, **Nürnberg**

KRANE

jeder Art für alle Betriebzwecke
für Eisenbahnwerkstätten und
Lokomotiv-Bekohlung

*

Lasten-, Personen- und Gepäckaufzüge
Hängebahnen / Verlade-Anlagen

*

Blechbiege- und Blechrichte-Maschinen
Ventilatoren
Exhaustoren

*

Gusslieferungen aus eigener Giesserei
wie Bremsklötze, Achsbuchsen u. dergl.

MASCHINENBAU-ACTIEN-GESELLSCHAFT VORM-
BECK & HENKEL
KASSEL

Rawie-Wegeschranken

D. R. P.

Bestbewährteste Konstruktion von unbegrenzter Lebensdauer!
In 25 Jahren gelangten fast 5000 Anlagen zur Aufstellung.

Fernzug-Schranken, örtlich bediente Schranken
Elektrisch gesteuerte Schranken

Ferner:

PRELLBÖCKE

Lademaße D. R. P. **Neigungszeiger etc.**
Lokomotivschuppen - Schornsteine D. R. P.

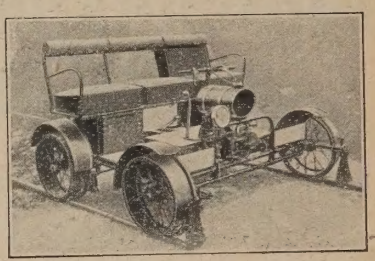
Welt-Ausstellung Brüssel: Ehrenpreis. Welt-Ausstellung Turin: Grand Prix.
Balt. Ausstellung Malmö: Königl. Medaille. Deutsche Verk.-Ausst. München.

A. RAWIE, OSNABRÜCK-SCHINKEL

Schienen-Motorräder

(Motordraisinen)

Bauart
„Vorhoelzer"
für drei und
sechs Personen



empfiehlt

Martin Beilhack Maschinenfabrik und Hammerwerk G. m. b. H.
Rosenheim in Bayern.

HAWA

Salon-, Schlaf- und Speisewagen
Personenwagen
Strassen- und Überlandbahnwagen
Untergrund- und Hochbahnwagen
Post- und Gepäckwagen
Güterwagen
jeder Art und Spurweite
Kühlwagen, Kesselwagen, Selbstentlader und alle Spezialwagen
Öltriebwagen, Omnibuskarosserien
Ersatzteile, Umbau, Reparaturen

HANNOVERSCHE WAGGONFABRIK
Aktiengesellschaft
HANNOVER-LINDEN
Telg. HAWA-HANNOVER Telf. WATERLOO 44341

Grubenholzimprägnierung

G. m. b. H.
Berlin-Charlottenburg 2
Hardenbergstrasse 43

Fernruf. Ortsgespräche: Steinplatz 7080—7086.
Ferngespräche: Steinplatz 10942—10946.
Drahtanschrift: Imprägnierung Berlin.

Auf Grund mehr als zwanzigjähriger praktischer Erfahrungen und nachweislich bester Erfolge

bauen wir: **Imprägnieranlagen** jeden Umfanges. Zur Zeit arbeiten ca. 100 Imprägnieranlagen im In- und Auslande nach **System Wolman,**

liefern wir: die unter dem Namen **„Wolman-Salze"** bekannten Chemikalien zur Holzkonservierung **„Triolith", „Thanalith"** und **„Glückauf-Basilit".**

Wolman-Salze werden in stets gleicher, von der Deutschen Reichsbahn und Reichspost anerkannten Zusammensetzung geliefert und haben sich sowohl für die Imprägnierung von Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen, als auch für die von Bau- und Grubenhölzern bestens bewährt.
Zeugnisse von Staatsbehörden und ersten Privatverwaltungen stehen in grosser Zahl zur Verfügung.

Wolman-Salze sind in allen Kulturstaaten patentiert und werden in ihrer Wirkung von keinem Konkurrenzprodukt erreicht, die fast alle unter ähnlich klingenden Namen vertrieben werden und eine Nachahmung unserer altbewährten Salzgemische erkennen lassen.

Das

Organ
für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

erscheint am 15. und 30. jedes Monats.

Die Anschrift des Schriftleiters ist

Reichsbahnoberrat Dr. Ing. **H. Uebelacker,**

Nürnberg, Sandstrafse 38/40,

die des stellvertretenden Schriftleiters

Reichsbahnoberrat Dr. Ing. **A. E. Bloss,** Dresden, Wiener Strafse 4.

Die Aufnahme von Bearbeitungen technischer Gegenstände aus dem Vereinsgebiete vermitteln im Auftrage des Technischen Ausschusses des Vereins:

Oberinspektor Alex, Direktion der königl. Ungarischen Staatseisenbahnen, Budapest.
Reichsbahnoberrat Arzt, Reichsbahndirektion Oldenburg;
Reichsbahnoberrat Professor Baumann, Reichsbahndirektion Karlsruhe;
Ministerialrat Engels, Generaldirektion der Österr. Bundesbahnen, Wien;
Reichsbahndirektor Hundsdorfer, Mitglied der Gruppenverwaltung Bayern der Deutschen Reichsbahngesellschaft;
Abteilungsvorstand Oberingenieur Joosting, Generaldirektion der Niederländischen Eisenbahnen in Utrecht;
Direktor Nägele bei der Reichsbahndirektion Stuttgart;
Direktor Pogány, Betriebsdirektion der Donau-Save-Adria-Eisenbahngesellschaft (vorm. Südbahngesellschaft) in Budapest;
Reichsbahnoberrat Ruthemeyer, Reichsbahndirektion Erfurt;
Reichsbahnrat Tetzlaff, Reichsbahnzentralamt Berlin;
Baudirektor Dr. Trnka, Generaldirektion der Österr. Bundesbahnen, Wien.
Reichsbahndirektor Wetzler, Mitglied der Gruppenverwaltung Bayern der Deutschen Reichsbahngesellschaft.

Der halbe Jahrgang 1927 des „Organs" wird mit 18.— RM berechnet und ist durch den Buchhandel oder (zuzüglich des anfallenden Kreuzbandportos) von der Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

Von den im Organ erscheinenden Aufsätzen können Sonderabdrucke bezogen werden. Bestellungen müssen spätestens 8 Tage nach Erscheinen der Hefte in den Händen des Verlags sein.

Preis für 1 Seite Umfang bei Bestellung von 20 Stück etwa 6,50 ℳ, für weitere 10 Stück 0,40 ℳ.

Auch auf die Fachhefte werden Sonderbestellungen entgegengenommen.

C. W. Kreidel's Verlag in München, Trogerstrafse 56.

Wegen Anzeigen und Beilagen wolle man sich wenden an die

Verlagsbuchhandlung **Julius Springer,** Berlin W. 9

Anzeigenpreise: 1/1 1/2 1/4 1/8 Seite

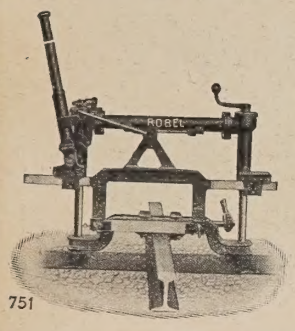
180.— 90.— 45.— 22.50 RM

Bei 12 24maliger Aufnahme innerhalb Jahresfrist

10 20 % Nachlafs.

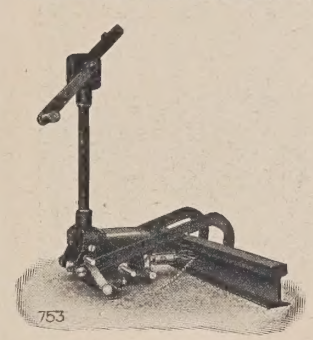
Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise. Beilagen nach Vereinbarung.

SCHIENENSÄGEMASCHINE ROBEL 9



schneidet Schienen
auch auf den Schwellen.
Höchste Genauigkeit!
Schienensägemaschinen
auch mit elektrischem
Antrieb.

SCHIENENBOHRMASCHINE ROBEL 4
D. R. P.



neuzeitliche
leistungsfähigste Bauart.
Unübertroffen!
Schienenbohrmaschinen
auch mit elektrischem
Antrieb.

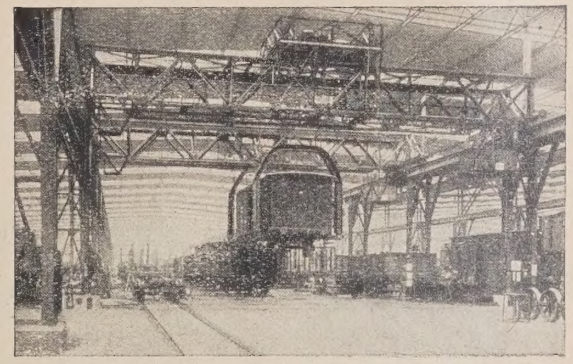
ROBEL & Co.
Gleisbaumaschinenfabrik
MÜNCHEN S. 50. Fernsprecher 73436, 73437, 73438 und 74325.

Die
AGA
Schweißbrenner mit Sicherheitshahn
Schneidbrenner mit Sicherheitshahn
Druckminderer mit Sicherheitsventil

AGA | sind anerkannt erstklassige wirtschaftlich arbeitende Autogen-Werkzeuge | AGA

Autogen Gasaccumulator Aktiengesellschaft
Berlin, SW. 61, Johanniterstr. 6

KRANBECKER



Elektr. betr. Doppellaufkran zum Heben von Güterwagen

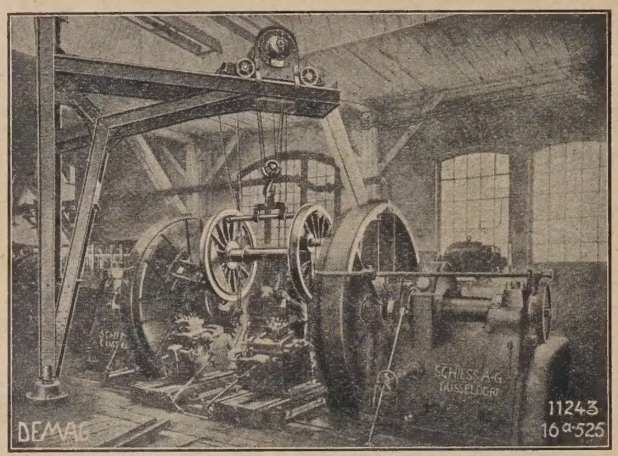
KRANE
AUFZÜGE
ELEKTROZÜGE

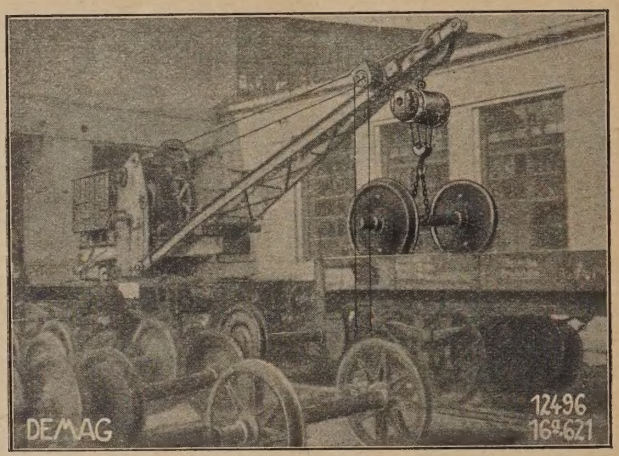
E. BECKER, MASCHINENFABRIK,
BERLIN-REINICKENDORF-OST 7

DEMAG

DEMAG-ELEKTROZÜGE

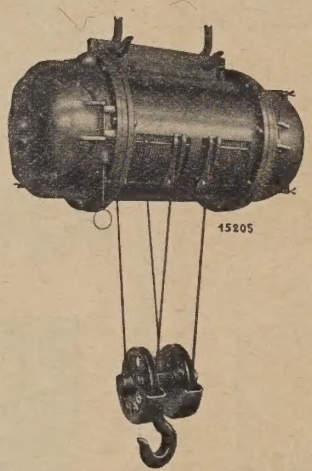
dürfen wegen ihrer
vielseitigen Verwendungsmöglichkeit
in keinem Eisenbahnbetriebe fehlen.





Der Demag-Elektrozug

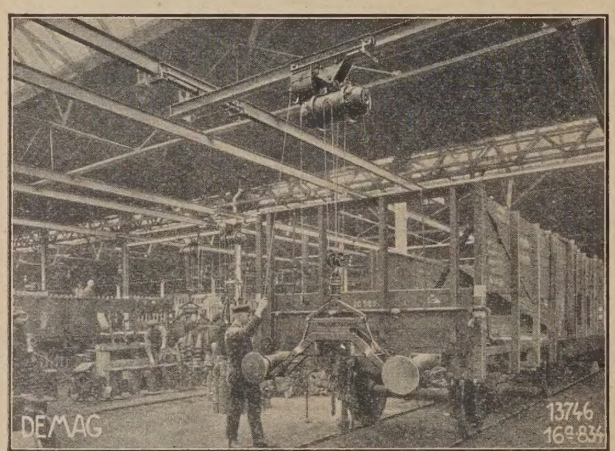
ist sowohl im Innen- wie im Aussenbetrieb verwendbar. Staub, Rauch, Dampf und Regen können die einwandfreie Arbeitsweise des Demag-Zuges infolge seiner vorzüglichen Kapselung nicht beeinflussen.

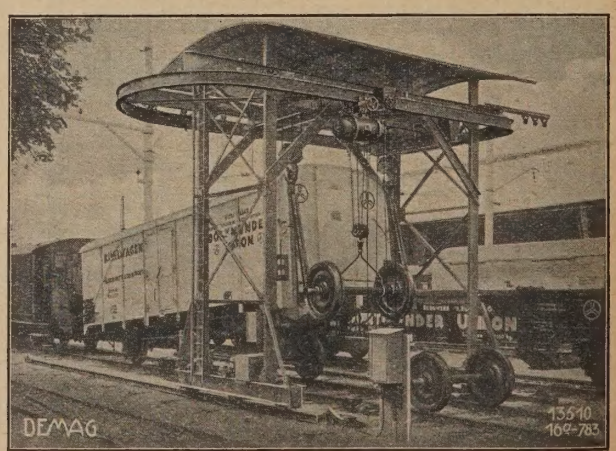


Der Demag-Elektrozug

hat bis 10 t Tragkraft und kann an Ösen hängend, mit Hand- oder elektrischem Fahrwerk, als Laufkatze oder mit Führersitz geliefert werden.

Seine Bedienung ist äußerst einfach. Sofort lieferbar ab Lager.

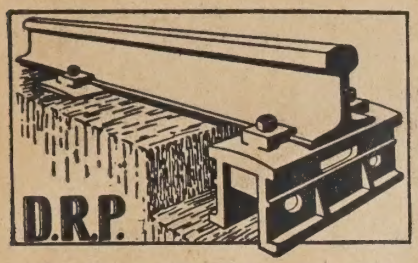




DUISBURG

Universal-Schienenstuhl D. P. R.

Die einzige dem neuen Lastenzug N der Reichsbahn einwandfrei gewachsene Befestigungsart für Schienen auf Beton u. Mauerwerk!



Tangentialkipplager für die Schiene — daher keine Kantenpressung und Lockerung im Mauerwerk wie bei flächenhafter oder eingespannter Schienenbefestigung.
Grosse Auflager und Haftfläche im Beton — daher einwandfreie staffelförmige Übertragung aller Druck-, Zug- und Schubkräfte in den vollen Mauerwerkskörper.
Abgedichtete Kammern für die Hakenschrauben - daher leichtes Auswechseln des Kleineisens u. der Schiene jederzeit möglich.

Ausführung für jede Schienenform und jede Art von Kleineisenzeug!

Verlangen Sie ausführliche Prospekte!

Ingenieurbüro Regierungs-Baumeister Hahmann

Telephon: Nord 8596 **Hannover, Prinzenstr. 17** Telephon: Nord 8596

Dehne's Wasser-Reiniger

für Lokomotiv-Wasserstationen, in die Steigleitung einzubauen, mit Filterpressen oder mit Kiesfilter.

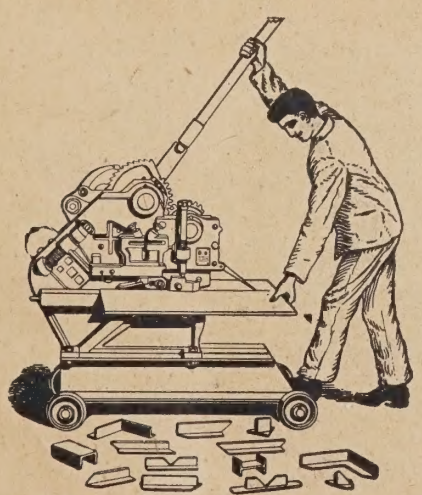
A. L. G. Dehne, Maschinenfabrik, Halle a. S.

18000 Stück

Fassoneisen- und Gehrungsscheren „Viktoria"

für Hand- und Kraftbetrieb wurden bereits geliefert!

Blechscheren



Lochstanzen

Vollständig aus SM-Stahl hergestellt

Bei zahlreichen Behörden eingeführt
In allen Reparaturwerkstätten verwendbar

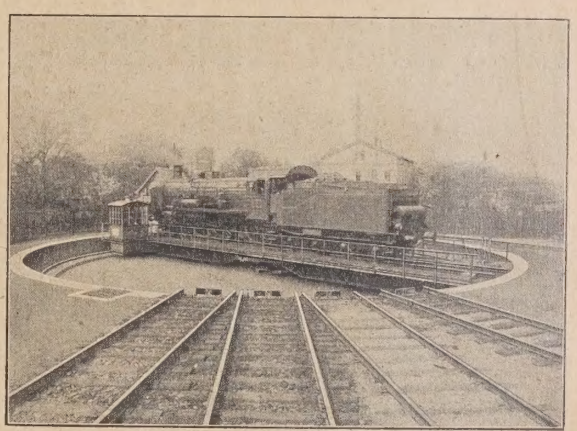
Liebig & Ludewig

Maschinenfabrik

Dresden N 6 Telegr.-Adr. **Eisenschere**

SCHWEISSANLAGEN

SIEMENS-SCHUCKERT



Gelenkdrehscheiben

Drehscheiben
Schiebebühnen
Rangieranlagen
Motorlokomotiven

Rheiner Maschinenfabrik

Windhoff A.-G.

Rheine i/W.

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF-G.M.B.H.

SCHMIDT ÜBERHITZER
15 bis 25% Kohlenersparnis
30-jährige Erfahrung

SCHMIDT -KLEINROHR- ÜBERHITZER
besonders auch für Kleinbahn- und Verschiebe-Lokomotiven

ABDAMPF-INJEKTOR
der einfachste u. billigste Speisewasservorwärmer

*

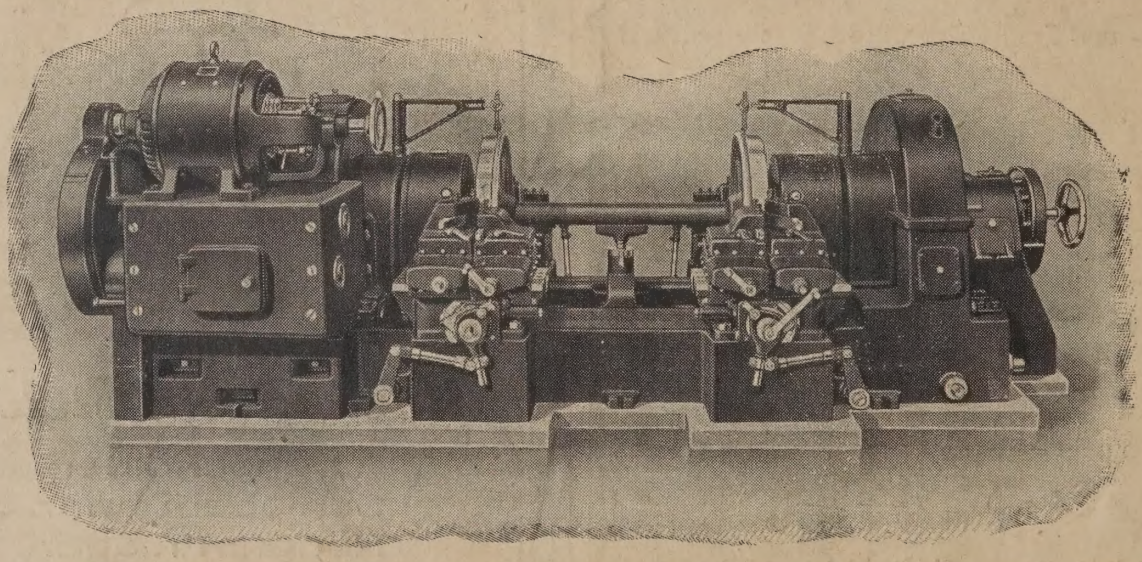
Umbau alter Naßdampf-Lokomotiven

KASSEL-WILHELMSHÖHE

SHG

Druckschriften kostenlos.

Maschinenfabrik „Deutschland" · Dortmund



„Die neue Deutschlandbank ohne Planscheiben, mit selbsttätiger Meisselführung D. R. P., einfache Bauart, bequemste Handhabung, sehr ruhiger Gang, grosse Leistung, vom Vorrat lieferbar".

Werkzeug-Maschinen für Eisenbahnwerkstätten,
insbesondere Radsatzbearbeitungsmaschinen, wie Radsatzdrehbänke D. R. P. Achsschenkeldreh- u. Schleifmaschinen D. R. P., Hydr. Räderpressen D. R. P. usw.
Hebekrane aller Art, Windeböcke, Achsensenkwinden
mit Achsprüfvorrichtung D. R. P., Bauart Wagner
Drehscheiben, Schiebebühnen, Rangierwinden
Weichen, Kreuzungen etc. bester Ausführung
in jeder Bauart

Der Wiederabdruck der in dem „Organ" enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und der Schriftleitung nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.

Für den Anzeigenteil verantwortlich F. Luckhardt, Berlin S. O. 36. Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112360794